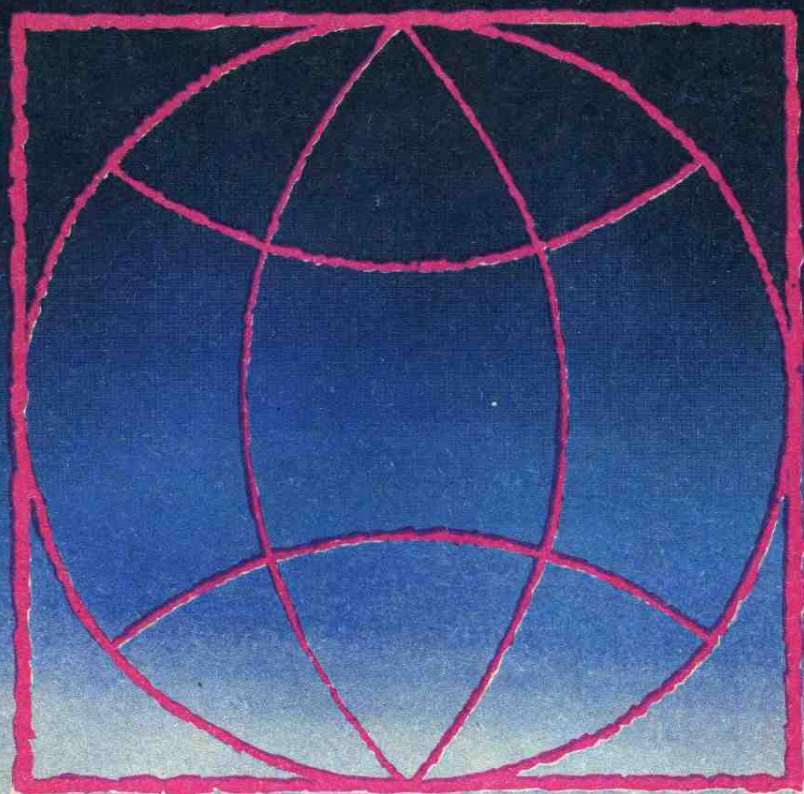


И.М. ЗАБЕЛИН



**МОЛОДОСТЬ
ДРЕВНЕЙ НАУКИ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ПРОСВЕЩЕНИЕ“
Москва 1967

Забелин И. М.

Молодость древней науки, М., «Просвещение», 1967,
110 с. с илл. 100 000 экз. 16 к.

3—12

Что география относится к числу древнейших наук — это ни у кого не вызывает сомнений, но именно о «второй молодости» древней науки идет речь в брошюре.

Географы еще не отказались от путешествий и открытий, хотя с каждым годом открыть что-либо новое становится все труднее. Поэтому в настоящее время географы своей основной задачей считают изучение биогеносферы, или «очага жизни», на Земле. В брошюре рассказывается о том, как возникла и развивалась биогеносфера, какие черты присущи ее отдельным частям — материкам, атмосфере, глубинам океана, как она защищает от космического дыхания жизнь растений, животных, людей, как, наконец, человек когда-нибудь начнет управлять биогеносферой. Современная физическая география, не отставая от века, шагнула и в космос, у нее появилась младшая сестра — астрогеография, и о ней тоже ведется рассказ.

Брошюра, живо и увлекательно написанная известным писателем-географом, несомненно, привлечет внимание молодежи — старших школьников, студентов, а также будет полезна и для учителей.

2—8
374—67

91

Книгу рецензировал Ю. К. ЕФРЕМОВ.

ВСТУПЛЕНИЕ

Я впервые увидел величайшее африканское озеро, которое местные жители чаще всего называют Укереве, а европейцы — Виктория, при переезде из городка Энтеббе в столицу Уганды Кампалу. У небольшого нашего автобуса был открывающийся верх, можно было стоять, подставив лицо теплему африканскому ветру, и ничто не мешало любоваться пейзажами... Озеро мы увидели сразу же, как только выехали из города, — за густым лесом с пепельными пятнами безлистных деревьев лежала серая плоская водная равнина, не тронутая даже рябью... Оно не поражало красотой. Поражал сам факт, что вот мы, русские географы, едем вдоль берегов легендарного озера, и что высятся вдоль дороги гигантские красные термитники, и стоят темно-красные хижины угандийцев, крытые травой, и идут по обочине шоссе ярко одетые африканки с ношами на головах, и растут бананы и сахарный тростник...

Я уже не первый раз путешествовал по Африке, и, хотя каждая поездка была по-своему неповторимой, я уже видел и примерно такие же деревни, и примерно такие же термитники, и непролазные тропические леса, и пальмы, и саванну... Но в тот день как бы заново, но уже не умом, а глазами я «перепоткрыл» для себя поразительную несхожесть побережий озера Укереве с побережьями... арктических морей Советского Союза. Да, я вспоминал рыже-бурую тундру, карликовые ивы и березки, вспоминал море Лаптевых с плавающими по нему льди-



нами. Отнюдь не игрой фантазии объяснялись мои внешне столь неожиданные географические перекидки. Просто там, возле озера Виктория, очень уж удивительным казался тот научно подтвержденный факт, что между морями Северного Ледовитого океана и великими африканскими озерами существуют сложные взаимосвязи.

В последний день, проведенный в Уганде, перед вылетом на Родину, мы вновь подъехали к озеру Укереве и вышли из автобуса. День был по-экваториальному жаркий, с озера тянуло влагой. В воздухе мельтешило не-

исчислимое количество мошкары, и — на солнце, на ветру — казалось, что сыплет мелкий снег. К сожалению — «кусачий» снег, ибо мошкара решительнейшим образом забиралась за ворот, грызла руки и ноги, жалила в лицо... Озеро чуть волновалось — небольшие серые волны вкатывались в заросли высоченного тростника, и тростник гнулся и шелестел, противясь и волнам, и ветру. И шелестели перышки высоchenных пальм... Но я смотрел не вверх — я смотрел на затопленные озером подножия многочисленных пальм, обычно в воде не растущих. Значит, уровень озера Укерева в этом году необычно высок — отметил я про себя.

Значит, в этом году в арктических морях сравнительно мало льдов — услужливо подсказала память — и навигация по северному морскому пути проходит в относительно легких условиях.

В чем тут дело, почему вообще возможны столь отдаленные взаимосвязи между районами, казалось бы не имеющими между собою ничего общего, — все это вы узнаете, прочитав основные разделы книги.

А теперь я должен сказать следующее.

Эта книга — рассказ об одном из сложнейших и своеобразнейших явлений мироздания, о явлении, без которого невозможна жизнь во Вселенной: оно предшествует возникновению жизни, обуславливает ее возникновение, а в дальнейшем сохраняет жизнь, защищает ее от смертоносного воздействия космоса. Если мы хотим узнать, имеется ли жизнь на другом небесном теле, нам следует прежде всего установить, есть ли там это явление; если нет — то бесполезно искать и жизнь, если

да — тогда стоит заняться проблемой жизни в космосе, потому что жизнь — всего лишь один из этапов развития этого явления.

Изучает его физическая география. Называется оно «географическая оболочка», или биогеносфера (сфера возникновения жизни).

У каждой науки есть своя история, своя судьба, свои закономерности развития, каждая из них занимает свое особое место в общей системе знаний. Науки возникают, крепнут, набираются сил, переживают пору расцвета, а иной раз попадают в жестокий кризис и на многие годы теряют былой престиж, былую славу. В науке всегда что-нибудь отмирает и что-нибудь возникает, одни идеи приходят на смену другим, и нет ничего страшнее для науки, чем застыть на достигнутом уровне, покориться одному авторитету. Возможности развития для любой науки так же беспредельны, как беспредельны возможности познания природы, — они безграничны. Но ничто в науке не приходит само собой — даже величайшие и, казалось бы, неожиданные взлеты, открытия подготавливаются трудом многих поколений ученых. Нельзя понять современное состояние науки, не зная ее истории; и нельзя рассчитывать на новые открытия, если не знаешь, что уже сделано.

Читатель-неспециалист, как правило, мало что слышал о географической оболочке, или биогеносфере, термины эти лишь недавно вышли за пределы специальной или учебной литературы; вероятно, неожиданно прозвучало для многих и утверждение, что биогеносферу — своего рода очаг жизни — изучает физическая география.

Между тем, по единодушному мнению ученых-географов, это именно так. Впрочем, далеко не сразу физическая география нашла свой предмет исследования. Очень долго — не одно тысячелетие! — географы (как, заметим в скобках, и все остальные их современники) в известном смысле были похожи на мольтеровского мещанина во дворянстве, который всю жизнь говорил прозой, не подозревая этого: географы жили в пределах биогеносферы, описывали ее отдельные части, но... не догадывались об этом...

Невозможно представить себе грамотного человека, который ничего бы не знал об истории географических открытий, не слышал бы о Магеллане, Колумбе, Куте, Прже-



вальском... История географических открытий — одна из самых увлекательных и романтических страниц в истории человечества. Но она не только увлекательна и романтична: географы-первооткрыватели делали огромной важности практическое дело, познавая природу земного шара, способствуя заселению его необжитых материков и островов. Мы никогда не почувствовали бы себя человечеством, землянами, не соверши географы свой подвиг, а без такого понимания единства всех живущих на Земле, их общей ответственности за настоящее и будущее иначе, наверное, решались бы и многие сложные проблемы современности. В частности, мне трудно представить себе, что штурм космоса мог бы начаться в таких условиях, когда европейцы ничего не знали бы об американцах, американцы — о европейцах...

В этой книжке я буду лишь вскользь упоминать путешествия и географические открытия в традиционном смысле.

Но я расскажу в ней об открытии, о котором до сих пор мало кто задумывается и которое я отношу к числу величайших, — об открытии уже названной выше биогеносферы и надеюсь, прочитав книгу, читатель поймет, почему я столь высоко оцениваю его.

Долгий и трудный путь развития прошла география, прежде чем «нашла самое себя». Поэтому и нам придется начать изда- лека — коротко напомнить о прошлом, для того чтобы подробнее поговорить о настоящем и о том своеобразном явлении, кото- рое исследуется ныне физико-географической наукой.



Старая или молодая?

Старая или молодая наука география?

Вопрос этот может вызвать законное удивление. В самом деле, кому из нас не памятна увлекательные книги — а им нет числа! — о мореплавателях и путешественниках, живших за сто, двести, пятьсот, тысячу, а то и две тысячи лет до наших дней! А ведь именно они — моряки и купцы, дипломаты и миссионеры, натуралисты и воины — были первыми описателями Земли, они первыми прокладывали пути в неизвестные страны, рассказывали о них удивительные истории современникам.

«География» в переводе с греческого, как известно, означает «землеописание». Возникла она в самой гуще жизни — в многоязычных морских портах, на шумных базарных площадях, в купеческих лавках, заваленных иноземными товарами, в грозных военных лагерях, на пыльных шляхах и каменистых тропах, на бесчисленных дорогах, пройденных людьми. Она возникла потому, что государственным деятелям нужно было знать свою страну и соседние государства, потому, что купцам нужно было знать, с кем и чем торговать. и как провести в далекие города караваны; она возникла потому, что мореплаватели водили корабли по океанам, а землепашцы каждый год засеивали поля и с тревогой следили за погодой.

Вот почему среди тех, кого мы сегодня называем географами, так часто встречаются люди необычных, далеких от науки профессий; они были географами не по дипломам и даже не



по образованию, а по роду деятельности, и тем не менее они были подлинными географами.

В отличие от некоторых других наук, выросших в кабинетной тиши, география крепла и развивалась под неумолчный гул прибоя и посвист ветра над скалами, ее озаряли полярные сияния и отблески вулканических извержений, обжигало тропическое солнце и засыпали арктические снега.

В географию шли наиболее отважные и предприимчивые люди, те, кто умел и любил рисковать, те, кто не знал большего счастья, чем счастье открытий, и с легким сердцем оставлял насиженные места. Эти люди шли на подвиг. И ни одной науке не обходились так дорого открытия, как географии: почти за каждую крупницу знаний заплачено человеческой жизнью, и можно смело утверждать, что если вы положите ладонь на географическую карту, то под нею наверняка окажутся могилы безыменных исследователей...

И все-таки вопрос о возрасте географии не так-то прост.

Люди всегда что-то знали о той местности, в которой жили. Они знали проходы в горах, знали, богаты ли их леса, много ли рыбы в реках и как пройти из одного селения в другое, они отчетливо представляли себе, какая погода преобладает в летние сезоны, а какая в зимние. Следовательно, у всех народов даже на самых ранних ступенях общественного развития имелись зачатки географических знаний, имелись отчетливые представления об окружающем пространстве. Древнейшие народы могли ничего не знать — и не знали! — о собственной истории, но они знали свои владения, потому что без этих знаний не могли бы прожить, не могли бы добывать средства существования. Ученые давно подметили, например, что все первобытные языки очень богаты словами и выражениями, обозначающими пространственные взаимоотношения предметов (где и что находится), и очень бедны словами для обозначения временных отношений (когда произошло). Даже в таких всемирно известных памятниках древнегреческой культуры, как «Илиада» и «Одиссея», слова «пространственные» по количеству резко преобладают над словами «временными». И это, разумеется, не случайно. На ранних ступенях общественного развития ум людей, их способность мыслить отшлифовывались, утончались в общении с природой, в процессе познания окру-

жающих пространств, в процессе приспособления к силам природы, в умении добывать и использовать находящиеся где-то рядом природные богатства. Следовательно, окружавшие человека пространства в известном смысле формировали его мышление, его сознание, и географические сведения в той или иной степени всегда были необходимы людям и всегда имелись у них. По крайней мере, они потребовались людям значительно раньше, чем исторические.

География стала складываться в особую отрасль знания, когда люди вышли за пределы своих вотчин и заинтересовались соседними районами, когда начали накапливать сведения о них, сопоставлять особенности их природы, хозяйства, быта населения.

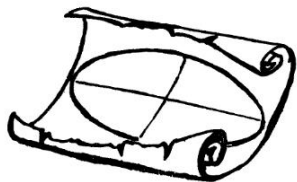
Все культурные народы древности — египтяне, финикийцы, греки, римляне, китайцы, индийцы — совершали путешествия и плавания, составляли карты и описания, то есть занимались географией.

В древней Греции возникает даже история географии, и ее родоначальник, крупнейший ученый своего времени Страбон, считал первым географом древности Гомера. Полубогатый слепой раб был, конечно, поэтом, а не географом, но популярность географических описаний уже в то время была настолько велика, что они входили как составные части в произведения искусства. Кроме того, до возникновения письменности (а «Илиада» и «Одиссея» — это плоды устного творчества) поэзия была формой передачи географических сведений, помогающей усваивать их.

Самый термин «география» ввел в употребление знаменитый географ, астроном и философ Эратосфен (276—194 годы до н. э.), который составил подробное описание всей известной тогда суши — ойкумены — и назвал свой труд «География».

Такие понятия, как «долгота» и «широта», без которых немыслима ни одна карта, тоже возникли в глубокой древности; забавно, что эти названия географических координат — результат недоразумения. Просто на одной из самых древних карт, на карте Гекатея Милетского, Земля была изображена в виде овала: длина овала с запада на восток (долгота!) в два раза превосходила длину с севера на юг (ширина — широта).

Итак, география — одна из самых древних наук. К иному выводу, как будто, прийти нельзя.



Горе Паганелля

Вы, конечно, отлично знакомы со знаменитым географом Жак-Элиасен-Франсуа-Мари Паганелем, героем не менее знаменитого романа «Дети капитана Гранта» Жюль Верна. Но помните ли вы о его горе?.. Впрочем, не будем пока выражать соболезнование ученому, хотя его и мучили серьезные сомнения, и поговорим сначала о той науке, которой он столь блистательно служил, потому что без предварительного разговора мы едва ли сможем понять Паганелля и посочувствовать ему.

Если география — землеописание, то мы вправе заключить, что географы занимались описаниями. Так оно и было на самом деле. И описывали они все, что видели, приезжая в чужую страну, все, что представляло интерес для их современников: природу, хозяйство, быт населения, государственное устройство. Возьмем для примера венецианца Марко Поло, совершившего в конце XIII века путешествие в Китай. Он посетил Малую Азию, Персию, Афганистан, Памир, города Кашгар, Яркенд, Хотан, пересек пустыни Такла-Макан и Гоби и вышел в долину Хуанхэ. Он провел в Китае семнадцать лет и за это время побывал во многих районах страны. На родину он вернулся, совершив плавание вокруг Южной Азии. Вскоре после возвращения в Венецию Марко Поло принял участие в морском сражении с генуэзцами и попал в плен. Сидя в тюрьме, он рассказывал о своем путешествии, и один из узников, пизанец Рустичано, записал его рассказ. Позднее, уже на свободе, Марко Поло вторично продиктовал рассказ о путешествии. Но нас в данном случае интересуют только те факты, на которые обратил внимание путешественник. В книге его вы найдете сведения о всех странах, которые пришлось посетить ему, и даже о тех, мимо которых он проходил или о которых только слышал. Он не был в России, но в его книге рассказывается, что «Великая Рóсия» — большая христианская страна, в которой «много королей» (Русь тогда была разбита на множество удельных княжеств), что живет там народ «простодушный и очень красивый» (мужчины и женщины там «белы и белокуры»). Но в той же России — «самый сильный холод на свете». Марко Поло поведал западноевропейцам о белом медведе и яке, о соболе и гепарде, о слонах и лошадях, овцах и обезьянах, змеях; на страницах его книги можно найти рассуждения о хлопчатнике, бамбуке, о лекарственных травах и растениях-красителях, о драгоценных камнях, о нефти, о каменном угле, о дворце японского императора, о быте и хозяй-

стве татар, о размерах китайских городов, о предметах торговли, о промышленности и сельском хозяйстве Китая, о караванных тропах и почтовых трактах, о государственном устройстве Китая и т. д.

Марко Поло делал то же, что делали географы до него и долгое время (несколько веков) после него.

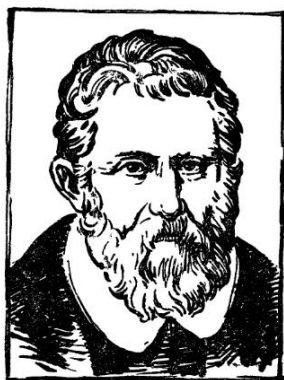
В течение почти пяти тысячелетий географы занимались сбором географических сведений, накоплением их, описывая неизвестные страны.

Каждая наука — это «дитя своего времени», она не может «выскочить» за рамки тех требований, которые ставит перед ней эпоха, а если кое-кому из ученых и удастся «выскочить», то особых результатов это не дает: еще древние греки знали, что пар способен приводить в движение машины, а все-таки «изобрели» паровую машину только в XVIII веке, когда промышленность созрела для этого изобретения.

И процесс сбора, накопления материала в географии, характер описаний и активность описателей всегда, прямо или косвенно, зависели от уровня развития производительных сил, от экономических запросов каждой эпохи и ее технических возможностей.

Немало экспедиций было совершено в период классической древности, но невысокий уровень развития техники и, главное, отсутствие больших экономических запросов препятствовали познанию мира, а порою сводили на нет удивительные по смелости достижения. Португальцы в эпоху великих географических открытий потратили почти столетие, чтобы найти морской путь в Индию вокруг Африки. Между тем еще за 600 лет до нашей эры финикийские моряки, нанятые египетским фараоном Нехо, совершили такое плавание, прошли мимо мыса Доброй Надежды. Плавание их продолжалось три года: они шли то под парусами, то на веслах, а когда кончались съестные припасы, высаживались на берег, распахивали поля, сеяли хлеб и собирали урожай!.. Но эта из ряда вон выходящая экспедиция не дала никакого экономического эффекта и была забыта...

Португальцам в XV веке все пришлось начинать сначала... Положение почти не изменилось и в эпоху средневековья: преобладание натурального хозяйства при феодально-крепост-



Марко Поло



ническом строе, низкий уровень развития техники не могли служить стимулом к расширению знаний об окружающем мире.

На рубеже X и XI веков крупные географические открытия совершили норманнские викинги. Около 982 года Эрик Рыжий открыл Гренландию, а около 1000 года его сын, Лейф, достиг Северной Америки. Но эти открытия также не пригодились ближайшим потомкам, и Колумб через пятьсот лет открыл Америку заново.

Однако неуклонный рост техники, постепенное накопление капитала обусловили резкое расширение экономических запросов к концу средних веков, и это привело к великим географическим открытиям в эпоху Возрождения. А сами географические открытия послужили мощным толчком для развития молодого капитализма.

Маркс и Энгельс писали в «Манифесте Коммунистической партии», что в тот период «вместо старых потребностей, удовлетворявшихся отечественными продуктами, возникают новые, для удовлетворения которых требуются продукты самых отдаленных стран и самых различных климатов».

Эпоха Возрождения в географии — это эпоха небывалых по масштабу и смелости путешествий, эпоха бесстрашной борьбы с предрассудками, косностью, авторитетами. Попробуйте представить, что по тому времени было более дерзким: выход маленькой флотилии Магеллана в неведомый Тихий океан или убежденность ее адмирала в шарообразности Земли!.. Великие географические открытия раздвинули границы мира до предела, но потребовалось еще несколько веков, чтобы описать открытые материки и океаны. Этот необычайно трудный, требующий огромного личного героизма и энергии процесс познания мира в пространстве, процесс, которого не знала ни одна наука, кроме географии, продолжался до конца XIX — начала

XX столетия, когда было завершено в общих чертах описание земного шара.

Означает ли это, что в течение нескольких тысячелетий географы занимались исключительно описаниями?.. Нет, не означает. За несколько веков до нашей эры в Малой Азии, в городе Милете, жил философ и географ Фалес. Так уж случилось, что на протяжении целого ряда лет из-за временного ухудшения природных условий собирались очень низкие урожаи олив; владельцы плантаций и маслобоен разорялись. Произведя какие-то очень точные наблюдения, Фалес предсказал, что вскоре должны наступить урожайные для оливковых деревьев годы. Ни с кем не делясь своими выводами, он скупил по дешевке плантации. Прогноз его блестяще оправдался, и Фалес оказался при крупном барыше! Но ведь ловкая спекуляция Фалеса основывалась на тонком географическом анализе природных условий!..

Были и другие географы, кроме Фалеса, значительно опережавшие свое время. Но все-таки география в целом, ее содержание, сводилась к описаниям и открытиям. Но что можно описывать и открывать?.. Очевидно, то, что не описано и не открыто... А если все описано и открыто?

Знаменитый географ Паганель, как известно, путешествовал на яхте «Дункан» в шестидесятых годах прошлого века, то есть как раз в тот период, когда заканчивался процесс описания Земли.

Теперь мы сможем понять его горе, его сомнения. Вот как рассуждал этот географ-энтузиаст.

«Существует ли большее удовлетворение, большее счастье, чем то, которое испытывает мореплаватель, наносящий на судовую карту свои открытия! Перед его глазами возникают новые земли, остров за островом, мыс за мысом, они словно всплывают из недр морских! Сначала контуры этих земель смутны, изломаны, прерывисты: вот тут — уединенный лагерь, а там — отдаленная бухта, а еще дальше — затерянный в безграничном просторе залив. Но постепенно открытия дополняют друг друга, линии уточняются, пробелы на картах уступают место штрихам, очертания бухт врезаются в сушу, мысы увенчивают исследованные берега, и вот, наконец, новый материк во всем своем великолепии с его озерами, его реками, его потоками, его горами, его долинами и его равнинами и деревнями, городами и столицами возникает на глобусе. Ах, друзья мои! открывать неведомые земли, это — творить, это — переживать волнения и неожиданности! Но ныне этот источник почти исчерпан: все

известно, все исследовано, все новые берега и материки занесены на карту, и нам, теперешним географам, больше нечего делать»¹. Географам больше нечего делать!.. Это звучит грустно, почти трагично...

Но не ошибался ли наш друг Паганель?.. Если сделано одно дело, то почему нельзя взяться за другое? Если пройден один этап в развитии науки, то почему не может начаться второй?

Неблагодарное потомство

Но согласимся все-таки, что у Паганеля имелись основания беспокоиться о судьбе географической науки: все описано, все открыто... К сожалению, беда заключалась не только в этом. Вспомним, что описывал Марко Поло: животных, растения, горные породы, реки, климат, быт населения, хозяйство, то есть путешественник-географ работал не только на свою науку, но и на: 1) зоологию, 2) ботанику, 3) геологию, 4) гидрологию, 5) климатологию, 6) этнографию, 7) экономику. И на самом деле все эти науки развивались в теснейшем контакте с географией, порой включались в нее, география накапливала для них материал, «пестовала и растила» их.

Но, окрепнув, эти науки не пожелали считаться со своей опекушкой-прародительницей и заявили права на независимое существование. Что ж, это требование было абсолютно законным. Окрепнувшие благодаря географическим открытиям естественные науки начали развиваться так быстро и успешно, что вскоре оставили географию далеко позади. Но и с этим можно было бы мириться, если бы... если бы эти науки, в своей совокупности, не подменили географию! Они — перечисленные выше науки — разобрали все, что описывали географы, — и живую природу и неживую, и деятельность людей, оставив «прародительницу» на пустом месте, у погасшего очага...

И тогда наиболее торопливые заявили: «География больше не существует».

Впрочем, приверженцами столь решительных заключений, как правило, были не географы, а представители тех самых «неблагодарных» наук, которые «ограбили» географию.

Географы боролись, искали, думали... Не может исчезнуть наука, просуществовавшая несколько тысячелетий. Не может!.. Но... Где же выход из кризиса? Как должна развиваться география дальше? Каковы ее новые задачи? Или их нет?..

¹ Жюль Верн, Собр. соч., т. 3, М., 1955, стр. 65—66.

А все-таки она молодая!

Да, все-таки она молодая! Или, точнее, география переживает вторую молодость.

Позволим себе повторить сказанное. Ботаника отобрала у географии растительность, зоология — животных, геология — горные породы, гидрология — воду, климатология — воздух и солнечное тепло, почвоведение (эта наука возникла совсем недавно, в конце XIX столетия) — почву, геоморфология — рельеф.

Но скажите, приходилось ли вам когда-нибудь слышать, чтобы в тундре росли дубравы, а где-нибудь под Киевом — полярные маки, полярные березки, куропаточья трава? Чтобы в тундре вили гнезда аисты, а под Киевом паслись стада северных оленей? Чтобы на черноземных почвах росли еловые леса, а на кислых подзолистых — ковыль? Чтобы в тропиках шел снег и с пальм опадали листья, а под Москвою круглый год зеленели березы? Чтобы у подножия горы лежали ледники, а на заоблачных вершинах цвели фисташки или созревали грецкие орехи?

Надо полагать, что ничего подобного слышать вам не приходилось, потому что ничего похожего на это быть в природе не могло.

Еловые леса растут на кислых подзолистых почвах и каждую зиму их засыпает снегом, а все водоемы замерзают. В тундре на глеевых почвах селятся мелкие полярные кустарники, мхи, лишайники, и там же пасутся северные олени, которые очень охотно поедают лишайники и ни за что не променяют их на овес; температура самого теплого месяца в среднем не превышает $+10^{\circ}$, а почва оттаивает всего на какой-нибудь метр, ниже находится вечная мерзлота.

На черноземах когда-то цвело степное разнотравье или перекатывались белесые ковыльные волны, теперь же расстилаются пшеничные поля; лето там жаркое и сухое, а зимой идет снег. Роскошные леса в тропиках зеленеют круглый год на красноземных почвах, а температура по сезонам изменяется там всего на каких-нибудь два-три градуса; животный мир тропиков тоже не похож на тундровый или таежный. В горах Средней Азии фисташки и грецкие орехи растут внизу, а ледники лежат на вершинах, потому что на вершинах холодней. Если вы когда-нибудь посетите Иссык-Кульскую котловину на Тянь-Шане и побываете в ущельях Терской-Алатау, то заметите, что на склонах гор лесные участки чередуются со степными; утверждая, что



В. В. Докучаев

под еловыми лесами находятся грани-
ты, а под степными травами — песча-
ники, вы, конечно, не ошибетесь.

Частные науки «разобрали» пред-
мет географии, разложили по «полоч-
кам» то, что она описывала, отгоро-
дились одна от другой и от своей
«прародительницы». Но не утратилось
ли при этом разделе нечто очень важ-
ное, нечто общее, объединяющее все
эти «неблагодарные» науки?..

Да, утратилось — утратилось пред-
ставление о природе как о целом, был
искусственно разобран, разобщен
сложный и по сути своей неделимый
комплекс явлений природы. Ведь ничто
в природе не существует обособленно,

у каждого следствия есть своя причина, одно явление обуслов-
ливает другое. Вот эта взаимосвязь природных явлений, их це-
лостность, их взаимообусловленность и были утрачены наукой
конца прошлого века. А понять природу какой-либо страны,
изучая ее только по отдельным компонентам, нельзя, при этом
вы, как говорится, за деревьями не увидите леса, за частностя-
ми — целое, за единичным — общее, за случайным — законо-
мерное.

Но если это так, если и климат, и горные породы, и рельеф,
и растительность, и вода, и почвы, и животный мир образуют
на Земле нечто целое, взаимосвязанное, единое, — если это так,
то почему же нельзя и изучать их вместе, как взаимосвязанный
комплекс явлений?

Можно! И не только можно, но и нужно, необходимо! Это
поняли наиболее дальновидные естествоиспытатели еще в прош-
лом веке, и среди них выдающийся русский ученый В. В. До-
кучаев.

Вот что он писал, и слова его ныне помнит каждый географ:
«Как известно, в самое последнее время все более и более
формируется и обособляется одна из интереснейших *дисциплин*
в области современного естествознания, именно: Учение о тех
многосложных и многообразных *соотношениях и взаимодейст-
виях, а равно* и о — *законах, управляющих вековыми изменени-
ями их,* — которые существуют между так называемыми *живой*
и *мертвой* природой... Находясь, *по самой сути дела,* можно ска-

зять, в самом центре *всех важнейших* отделов современного естествознания, каковы — геология, орогидрография, климатология, ботаника, зоология и, наконец, учение о человеке, в обширнейшем смысле этого слова и, таким образом, естественно, *сближая и даже связывая их*, — эта, еще очень юная, но зато исполненная прелестью, высшего, научного интереса и значения, дисциплина с каждым годом делает все новые и новые успехи и завоевания... и уже недалеко то время, когда она, *по праву и великому для судеб человечества значению*, займет вполне самостоятельное и почетное место, с своими собственными, строго определенными *задачами и методами*, не смешиваясь с существующими отделами естествознания...»¹

Но что же это за наука, которая так и не названа В. В. Докучаевым?..

Если география описывала все эти компоненты природы, то не должна ли она теперь изучать их во взаимосвязи, как целостное явление природы?

Именно так и был исторически решен этот вопрос; закончив накопления материала, географы перешли к его анализу и синтезу, к изучению закономерностей развития природы. Могли ли они это сделать раньше, скажем, пятьсот лет назад?.. Не могли, потому что, прежде чем сделать вывод о глубокой взаимосвязи явлений на поверхности Земли, нужно было описать всю Землю и сравнить между собой разные ее участки.

Появление новых задач у науки, изменение ее содержания не означают, однако, что географы теперь совершенно не занимаются описаниями. Нет, они продолжают описывать слабо изученные районы, а порой и неплохо изученные, потому что описание для географа — это стадия сбора материала, который подлежит изучению, анализу. Но содержание науки ныне составляют не описания, а изучение, анализ, синтез.

Но каковы теперь взаимоотношения географии с «неблагодарным потомством»? По-прежнему ли враждуют «отцы и дети»?.. Нет, «неблагодарное потомство» исправилось, и не только исправилось, но и сумело помочь «прародительнице». Дело в том, что изучение компонентов природы в комплексе, во взаимосвязи предполагает хорошее знание этих компонентов по отдельности, а по отдельности они изучаются «неблагодарными» науками. Успешное развитие этих частных наук в конце концов сыграло положительную роль в истории географии, по-

¹ В. В. Докучаев, Избр. соч., т. III, М., Госсельхозгиз, 1949, стр. 331.

могло географии найти свой предмет исследования и начать его изучение. Так благополучно была решена вековая проблема «отцов и детей» в естествознании!

А вывод таков: если география вообще наука старая, убежденная сединой и имеющая огромные заслуги перед человечеством, то современная физическая география очень молода — ей каких-нибудь полвека! — и дел у нее непочатый край.

Сестры

Читатель, вероятно, обратил внимание, что в предыдущей главе мы не касались таких исконных предметов географического описания, как народы, их быт, хозяйственная деятельность.

Случайно ли это?..

Хорошая современная географическая работа должна отвечать по крайней мере на четыре вопроса: где? что? почему? следовательно?

Я подчеркиваю — современная! А на какие вопросы отвечали географы, скажем, пятнадцатого или семнадцатого столетия?.. Только на два первых, потому что к ответу на них и сводится описание. Почему? — это уже вскрытие закономерностей развития, выяснение подчас очень сложных причин. Следовательно? — это прогноз на будущее, то есть вообще самое сложное, что только может быть в науке: правильный прогноз под силу сделать лишь тому, кто исчерпывающе разобрался в вопросе «почему?», выявил тенденции развития, понял их закономерность...

Пока географы отвечали только на два первых вопроса, они могли описывать и природу, и хозяйство вместе.

Но едва лишь они попробовали ответить на вопросы «почему?» и «следовательно?», как тотчас попали в сложное положение.

Что бы вы сказали, если бы кристаллограф попытался утверждать, что образование новых видов растений и животных происходит по тем же законам, что и образование кристаллов?.. Очевидно, вы ему не поверили бы, ибо каждому понятно, что у разных явлений природы должны быть и разные законы развития.

Точно так же не совпадают законы развития природных явлений и общественных: это две разные группы, и на необходимости различать их много раз настаивали и Маркс, и Энгельс, и Ленин.

Не сразу, но постепенно поняли это и географы. Как только география перешла от описания к изучению, она разделилась на две основные науки — на физическую географию и экономическую.

Тот комплекс природных явлений, о котором шла речь в предыдущей главе, составляет предмет исследования физической географии.

У экономической географии, занимающейся изучением промышленности и сельского хозяйства, свои, особые задачи. Коротко я скажу о них в конце этой главы.

Теперь подведем некоторые итоги.

Итак, развитие географии как науки характеризуется следующими тремя закономерностями:

в географии почти на пять тысяч лет оказался растянутым период накопления материала; из описательной науки превратиться в теоретическую география смогла лишь после того, как были описаны в общих чертах все океаны и материки;

у географии сложились очень своеобразные взаимосвязи с другими естественными науками: сначала она, в известном смысле, породила их, а потом эти науки «поставили географию на ноги»;

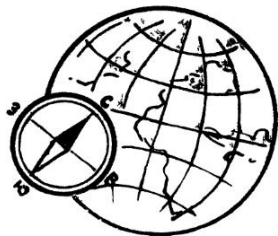
при переходе от описаний к изучению, анализу явлений единая география распалась на две самостоятельные науки — на физическую географию и экономическую географию.

Заканчивая исторический очерк, я назвал в числе создателей современной физической географии одного Докучаева. Но сейчас, прежде чем перейти к рассказу о природных особенностях биогеносферы, мне хочется вспомнить и других ученых, способствовавших открытию биогеносферы, тем более что многие из них жили раньше Докучаева.

Строго говоря, в открытии биогеносферы принимало участие великое множество соавторов, поскольку сведения о природе земного шара накапливались трудами тысяч и тысяч исследователей. Но всегда так бывает в истории науки, что кто-то один вдруг фокусирует труд многих, вдруг выделяет из разрозненных и, казалось бы, не связанных фактов нечто общее для них, нечто наиглавнейшее.

Физическая география в этом смысле — не исключение, и можно назвать имена нескольких ученых, которые на разных этапах развития географии подготавливали своими трудами современное учение о биогеносфере.

По-своему показательно, что пионерами учения о биогеносфере были кабинетные ученые, а не путешественники, хотя



впоследствии эта традиция и нарушилась. Более трех с половиной веков назад жил в Англии некто Уильям Гильберт, придворный врач королевы Елизаветы. Быть может, в специальных трудах о нем и рассказывается о его искусстве как врача — надо полагать, оно было достаточно высоким, — но в истории науки Гильберт остался как выдающийся физик.

«Электричество» — кто не знает этого слова?.. Но лишь немногие помнят, что введено оно в науку — и в обиход! — Гильбертом...

В 1600 году Гильберт опубликовал главный труд своей жизни: «О магните, магнитных телах и великом магните Земли». Гильберт первым установил, что наша планета — огромный магнит с двумя полюсами, — и об этом сейчас мало кто вспоминает.

А вот что почти совсем неизвестно: в книге Гильберта земной шар дан в разрезе. Гильберт выделяет внутреннюю часть, или собственно магнит, и кору, или скорлупу, Земли, к которой приурочена жизнь и в пределах которой происходит непрерывное возникновение и уничтожение. Это и есть прообраз биогеносферы в ее современном понимании — первый в научной литературе, насколько мне известно.

Уильям Гильберт умер в 1603 году, а через 19 лет в Голландии появился на свет еще один замечательный человек, посветивший себя географии. География «о древних мнениях не печется», — сказал он, — и не имеет нужды в истолковании земных свойств прибегать к чудотворениям».

Я не знаю точно, в каком году Бернхард Варениус — так звали ученого — додумался до этих гордых слов. Во всяком случае, не позднее 1650 года, потому что в том году он уже скончался в возрасте всего двадцати восьми лет. Сам же Бернхард Варениус настолько «о древних мнениях не пекся», что первым в истории мировой науки попытался превратить описательную физическую географию в науку теоретическую! Вот почему его единственная, вышедшая в Амстердаме в год смерти книга заняла исключительное место в истории географии. Книга была оценена и некоторыми выдающимися современниками. В Англии, например, книгу Варениуса издавал и редактировал Ньютон, очевидно разделявший точку зрения автора на географию.

В первом русском издании (1718) книга называлась так: «География генеральная, небесный и земноводный круги купно и их свойства и действы в трех книгах описующая...»

Нам нет необходимости подробно излагать сейчас содержание книги, кое в чем до сих пор не устаревшей: так, восстановление Варениусом подразделения географии на общую и частную географы с похвальным постоянством придерживаются до сих пор. Но вот как определял Варениус задачи физической географии. Наука эта, полагал он, изучает «земноводный шар», то есть ту часть планеты, в которой грунт, земля непосредственно соприкасаются с водой. Варениус знал, что этот «земноводный шар» не бесконечен и имеет нижнюю границу (граничит с «магнитом» Гильберта, но не сказала ли тут редакция Ньютона?). В качестве составных частей «шара» Варениус выделял: а) землю, в которую наряду с грунтом, минералами включал растения и животных; б) воду, в том числе подземную, и в) атмосферу. Варениус знал, что все эти три части находятся в состоянии взаимопроникновения, но об их взаимодействии (в естественно-историческом плане) ничего не писал и, видимо, не подозревал.

Модель биогеносферы Варениуса — еще далеко не совершенная модель, но понятно, что и нельзя было требовать от него совершенства, — поскольку и современным ученым тут работы невпроворот. Важно, что Варениус первым по существу правильно определил грядущие задачи физической географии — изучение «земноводного шара».

Идеи Варениуса не были подхвачены учеными — он слишком намного опередил свое время. В XVIII веке география еще не выполняла своей «описательной миссии», по-прежнему продолжалось первоначальное ознакомление с природой земного шара, и пора анализа и синтеза еще не наступила...

Более ста пятидесяти лет пришлось ждать географии появления нового теоретика. Им стал один из величайших ученых и путешественников Александр Гумбольдт, родившийся в Германии. Он прославился исследованием Южной и Центральной Америки, путешествовал он и по России. Научная деятельность Гумбольдта охватила всю первую половину XIX века, и на протяжении примерно шестидесяти лет он не уставал доказывать, убеждать, что все в окружающей нас природе взаимосвязано, что нет ничего случайного и всему можно — и нужно! — найти свое объяснение... В многочисленных трудах Гумбольдта природа как бы ожила, пришла в движение. и земной шар зашвырнул разными красками — красками тропиков, умеренных



А. Гумбольдт

широт, полярных стран, равнин и высокогорий, и был это отнюдь не пестроцветный хаос, а мир, подчиненный своим закономерностям...

Во времена Гумбольдта земной шар в общих чертах был уже описан, и потому возможным оказался бурный взлет теории географий. Гумбольдт, как говорится, родился под счастливой звездой и достиг при жизни славы, которая сравнима разве лишь со славой Эйнштейна в нашем веке.

Лет через пятнадцать после своей кончины — а он умер в 1859 году, в возрасте девяноста лет, — Гумбольдт был почти забыт. Он успел заложить осно-

вы научно-теоретической географии, но вскоре в истории географической науки наступил тот самый кризис, о котором коротко говорилось в первом разделе: бурно развившиеся частные естественноисторические дисциплины «разобрали» предмет географии, подменили ее на общем фоне науки... Забыли географию, забыли и географов, даже таких крупных, как Гумбольдт...

А географы продолжали работать. Грандиозную картину мира рисует французский ученый, путешественник, революционер Элизе Реклю, выпустивший многотомные сочинения, посвященные всему земному шару. Он продолжает настаивать на необходимости изучать «тысячи взаимных отношений почвы, воздуха и воды, все явления планетной жизни» (первый том его сочинения «Земля и люди» вышел в 1876 году).

На рубеже XIX и XX веков, как уже говорилось выше, русский ученый-почвовед В. В. Докучаев возвращается к мысли о науке, синтезирующей достижения частных дисциплин, и горячо пропагандирует эту комплексную науку в своих статьях.

Наконец, в 1910 году другой русский ученый, П. И. Броунов публикует «Курс физической географии», в котором уже определенно сформулиро-



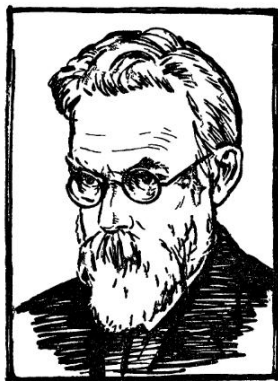
Элизе Реклю

вано и новое понимание предмета этой науки, и новое понимание ее задач.

Вот что писал П. И. Броунов: «Физическая география изучает современный облик Земли, иначе сказать, современное устройство наружной земной оболочки, являющейся ареной органической жизни, и те явления, которые в ней происходят... Наружная оболочка Земли состоит из нескольких концентрических сферических оболочек, а именно: твердой, или литосферы, жидкой, или гидросферы, газообразной, или атмосферы, к которым присоединяется еще и четвертая — биосфера. Все эти оболочки в значительной степени как бы проникают одна в другую и своим взаимодействием обуславливают как наружный облик нашей планеты, так и все явления на Земле... Изучение этого взаимодействия... составляет одну из важнейших задач физической географии, делающую этот предмет вполне самостоятельным и отличающую его от родственных ему предметов геологии, гидрологии и метеорологии». Далее П. И. Броунов писал, что физическая география изучает «окружающую человека природу» и что «физическая география — это один из основных предметов естествознания, тем более что он трактует о среде, в которой вращается жизнь человека».

Впоследствии много сделал для конкретного познания биогеносферы выдающийся естествоиспытатель В. И. Вернадский, который, правда, не рассматривал жизнь как порождение биогеносферы: он считал, что жизнь вечна, занесена на Землю из космоса, где, собственно, и продолжается ее существование и развитие.

Окончательное же представление о предмете физической географии утвердилось среди советских ученых в тридцатых годах, после выхода в свет книги академика А. А. Григорьева, которая называлась «Опыт аналитической характеристики состава и



В. И. Вернадский



А. А. Григорьев

строения физико-географической оболочки земного шара» (1937).

В заключение несколько слов об экономической географии. С возникновением учения о биогеносфере «пути-дороги» двух географий, казалось, весьма существенно разошлись. Но буквально в последние годы ученые все определеннее приходят к выводу, что на земном шаре руками и мозгом человека создана еще одна, уже искусственная сфера — «техническая сфера», или «техносфера»¹, в которую как компоненты входят городские и сельские поселения, промышленные и сельскохозяйственные предприятия, дороги всех видов, средства транспорта и средства связи, энергетическая система и т. п. Техносфера уже определенно «вписалась» в верхние горизонты биогеносферы и опоясала весь земной шар. Порождение двадцатого столетия — техносфера ширится и крепнет, усложняется структурно, стремительно развивается буквально на глазах.

Конечно, уже давно существуют многочисленные науки, изучающие техносферу по отдельным компонентам и элементам, в сущности этим заняты все технические и экономические дисциплины. Но есть одна наука, изучающая техносферу комплексно, порайонно; эта наука — экономическая география.

Коль скоро техносфера выросла в явление планетарного масштаба, оно и может, как таковое, как вполне своеобразное явление, изучаться особой наукой. Вполне закономерно предположить, что экономическая география, ранее изучавшая отдельные «куски» техносферы, теперь расширит свои интересы до техносферы в целом, что и происходит сейчас.

Стало быть, физическая география развилась в учение о биогеносфере, а экономическая география развивается в учение о техносфере; определенный параллелизм их судеб очевиден.

¹ Предлагается еще термин «антропосфера», но он менее удачен, ибо ведет к смешению понятий: акцентирует внимание на человеке, а не на том, что им создано.



Итак, вернемся к тому, с чего мы начали: предметом исследования современной физической географии является биогеносфера. Но теперь мы можем приближенно сказать, что такое биогеносфера. Это, очевидно, и есть тот сложный комплекс природных компонентов, о котором нам уже довелось говорить. Весь этот комплекс приурочен к физической поверхности Земли, он облекает ее тонкой (очень тонкой по сравнению с диаметром земного шара!), но непрерывной оболочкой (отсюда и второе название этого явления природы — географическая оболочка, которое давно укоренилось в литературе).

Наверное, вы не раз слышали такие термины: атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера — и знаете, что это такое. Но задайте себе такой вопрос: где в пределах земного шара все эти сферы существуют вместе, проникают одна в другую? Ответ может быть только один: в пределах биогеносферы. Следовательно, для нее прежде всего характерно наличие вещества в трех агрегатных состояниях — газообразном, жидком и твердом, а также присутствие живых организмов. Где в пределах земного шара существуют вместе горные породы, вода, воздух, почва, растительность, бактерии, животные, где усваивается поступающая из космических пространств солнечная радиация, где происходит непосредственное взаимодействие Земли с космосом? И опять-таки ответ может быть только один: в пределах биогеносферы.

Нигде больше на земном шаре ничего подобного вы не встретите, но именно это и делает биогеносферу своеобразным явлением природы, которое может и должно изучаться самостоятельной наукой — физической географией.

Портретные черты

...Увенчанные белыми гребнями волны вкатываются на песчаный берег, а над морем, обгоняя волны, несутся низкие дымные облака. Ветер дует порывами; насыщенный брызгами, он пролетает над дюнами, над укрывшимся за ними рыбацким поселком и с разгона влетает в густой сосновый лес; крайние сосны, истлестанные шквалами, упруго сгибаются, шумят под его напором, а в глубине леса — тихо, там пахнет хвоей и вереском...

Косые лучи солнца неожиданно пробились сквозь облака, упали на море, и озаренная лучами чайка взмыла к небу. Прибалтика.

...Вдоль асфальтированного шоссе — роща финиковых пальм, и сквозь рощу медленно движется высоченный, заостренный вверх белый парус скрытой от глаз фелуки, движется, едва не задевая оранжевые гроздьи фиников, по невидимому каналу... На шоссе, вдоль которого растут рядом с пальмами развесистые, с длинной хвоей болотные кипарисы, плакучие ивы, — оживленное движение: несутся навстречу друг другу машины, неторопливо вышагивают верблюды, семят маленькие светлые ослики, а на осликах сидят важные старики в чалмах; женщины передвигаются пешком — они закутаны в черное и несут на голове кладь... За кипарисами, за ивами и пальмами — разделенные невысокими валиками поля, уже залитые водой, уже зазеленевшие первыми всходами... А некоторые поля еще перепахивают буйволы, впряженные в тяжелый деревянный плуг... Воды вокруг много, но воздух сух и чуть серебрится пылью, потому что ветер дует из пустыни. Дельта Нила.

...Отлив, и черные базальтовые скалы обнажены. Женщины, дети — все выбежали из саманной деревушки и прыгают по скалам, вылавливают оставшуюся среди камней рыбу и тут же ловко распластывают ее, оставляя вялиться на солнце. Мелькают, прячась в расщелины, голубые, красные крабы. Парят над базальтовыми глыбами черные грифы — вотуры. А там, за деревушкой — сухая, жесткая саванна и плосковерхие потухшие вулканы, на которых ночью вспыхивают огни маяков. Африка, Сенегал, Зеленый Мыс.

Может быть, далеко не всем удалось увидеть собственными глазами все три нарисованных выше пейзажа. Но, право же, в них нет ничего удивительного — и море, и ветер, и дюны, и скалы, и верблюды, и пальмы, и пойманная рыба — все это так или иначе знакомо, все понятно, привычно, просто.

Но недаром говорят, что нет ничего сложнее простоты.

...Черная пустота окружает планету; ночью пустоту заполняют колющие немигающие огоньки звезд, а днем нестерпимо ярким пучком лучей пылает на черном фоне Солнце; его лучи нагревают и освещают мертвую однообразную поверхность планеты — каменистую, растрескавшуюся, покрытую темным слоем пыли... Ни ветра, ни воды, ни жизни — только камни, да лучи Солнца, и мертвая тишина, потому что даже при обвалах не слышно ни звука.

Адрес этого пейзажа указать труднее. Может быть, это Луна. А может быть, и Земля, но не теперешняя, а давняя, такая, какой была она четыре миллиардолетия тому назад. Ведь было же в истории нашей планеты такое время, когда не голубело небо, не дули ветры, не росли деревья и травы, не текли реки и не волновались моря и океаны...

Что же произошло за четыре миллиарда лет? Почему ожила мертвая пустыня? Почему ныне разнообразна — ведь приведенные выше примеры можно умножить — природа вокруг нас?

Биографические подробности

Очевидно, все дело в том, что Земля развивалась.

Есть своя история возникновения у атмосферы, у океанов, у земной коры, у растительности и животного мира, и обо всем этом рассказывается дальше.

А сейчас нам предстоит проследить, как возникла и развивалась биогеносфера, включающая в себя все эти геосферы. Кстати, «биогеносфера» в переводе означает «сфера возникновения жизни».

Но правомерно ли в принципе такое название?.. Ведь обычно, когда говорят о возникновении жизни, то стремятся найти такое место на Земле, где с наибольшим успехом могли протекать сложные химические реакции, приведшие к появлению белковых тел, первичных организмов. Одни ученые полагают, что это произошло на заболоченных пространствах суши, другие (их большинство) считают, что жизнь зародилась в море... При чем же тут биогеносфера, охватывающая весь земной шар?.. Ответить на этот вопрос несложно: для того чтобы



жизнь возникла в море (или болоте), нужно, чтобы сначала возникло море (или болото). А четыре миллиарда лет назад на поверхности Земли не было ничего, кроме горных пород, озаренных солнечными лучами. Это означает, что понять, как и почему возникла жизнь на Земле, можно лишь в том случае, если мы познаем, как развивались поверхностные слои земного шара, иначе говоря — познаем закономерности развития биогеносферы.

Итак, совершив путешествие во времени, путешествие сквозь несколько миллиардов лет.

Ученые полагают, что планеты, в том числе и наша Земля, возникли из облака космической пыли и газа, вращавшегося вокруг Солнца, и что процесс образования планет начался пять или шесть миллиардов лет назад. В облаке космической пыли постепенно появились сгущения, центры конденсации космической пыли, метеоров; они-то и превратились постепенно в планеты.

Столь ранний период в развитии Земли не представляет, однако, специального интереса с точки зрения физической географии, и потому мы сразу же перенесемся к тому времени, когда наша планета стала подобна современной Луне — по размеру, во всяком случае.

...Твердое тело, вылепленное из космической пыли и метеоритов, и Солнце — Солнце, просвечивающее сквозь поредевшее газопылевое облако... Взаимодействие солнечного луча и камня.

Было оно первоначально простым, это взаимодействие. Горные породы на поверхности юной планеты легко раскалялись, когда Солнце освещало их, и так же легко и быстро остывали, когда Солнце «заходило». Соседняя с нами Луна, не прикрытая атмосферой, днем нагревается до 120 и более градусов, а ночью остывает до 150 градусов мороза. Юная Земля не испытывала, вероятно, столь огромных температурных колебаний — она вращалась в сотню раз быстрее современной Луны, и потому тем-

пература поверхности была равномерней. И все-таки каждую ночь «жара» уступала место «морозу».

Но и в зной, и в холод миллиарды дней и ночей подряд почти непрерывно сыпался на Землю космический «дождь». Метеориты не прочерчивали тогда огненных линий по аспидно-черному небу, усеянному теми же звездными системами; захваченные земным притяжением, метеориты резко меняли направление полета и, невидимые, неожиданно появлялись у поверхности планеты...

Так продолжалось сотни миллионолетий, и в результате непрерывной «бомбардировки» Земля выросла, окрепла, достигла таких размеров, что смогла удерживать газы, выделявшиеся из ее недр, и даже захватывать газы из окружающего мирового пространства. Так появилась первичная атмосфера, состоявшая, правда, из «мертвых», неспособных поддерживать жизнь газов, вроде водорода, углекислого газа и некоторых других.

Теперь метеориты, продолжавшие сыпаться на Землю (хотя и не в прежнем количестве), по ночам оставляли на черном полотне неба легкий светящийся след, и след этот иной раз «повисал в воздухе» — самые мелкие частицы сгорали, не долетая до Земли. Солнечные лучи больше не могли беспрепятственно раскалять камни: часть их рассеивалась и отражалась атмосферой обратно, а часть поглощалась, и именно поэтому темно-фиолетовое дневное небо над Землей сначала посветлело, а потом и поглубело, приняв тот глубокий лазурный цвет, которым мы можем любоваться ныне в любой ясный день.

Впрочем, в наше время год на год не приходится, и выдаются иногда такие годы, с таким скверным дождливым летом, что за серым облачным слоем и при всем желании не разглядишь голубого неба. Но если бы в ту бесконечно далекую пору с какой-нибудь иной планеты на Землю опустились астронавты, они могли бы любоваться ясным небом каждый день, от восхода до заката, потому что в атмосфере Земли тогда не было воды, не было водяных паров, а следовательно, не было и облаков...

У первичной атмосферы Земли, при всех ее «недостатках», уже имелось замечательное свойство: она удерживала часть тех лучей, которые отражались от твердой поверхности Земли и уходили обратно в мировое пространство. А это привело к тому, что температурные различия между днем и ночью, а также между летом и зимой уменьшились, климат на Земле стал намного ровнее и теплее... Зима, весна, осень, лето... Эти так хорошо знакомые нам сезоны года и тогда сменялись на Земле,

но как непохожи они были на то, что видим мы сейчас! И в самые бурные зимы ни одна снежинка не опускалась на черную землю, а весна тогда не была порой пробуждения, так же как осень — порой увядания. Даже в приэкваториальной полосе, там, где всегда климат был ровнее, чем в умеренных и северных широтах, внешний облик лета ничем не отличался от внешнего облика полярных зим: все различия сводились к различиям в температуре...

Примерно в то же время, когда возникла на Земле атмосфера, в недрах планеты начались, а потом и усилились чрезвычайно важные процессы: планета, видимо за счет радиоактивного распада, стала постепенно разогреваться. Это привело, во-первых, к тому, что к поверхности Земли стало поступать дополнительное количество тепла, не зависящее, кстати, от времени года или суток, а во-вторых, в литосфере началось медленное перераспределение материала: легкие вещества поднимались, а тяжелые опускались.

В итоге же на Земле возникли условия, заметно отличающиеся от тех, что были раньше. Атмосфера, пронизанная в дневные часы солнечными лучами, ночью сохраняла тепло. Солнечная радиация по-прежнему воздействовала на горные породы, но атмосфера теперь выступала в роли посредника, влияя в свою очередь на процессы, протекавшие в горных породах. У поверхности твердого тела Земли собрались легкие породы, образовалась земная кора. Именно эта земная кора отныне испытывала на себе влияние солнечной энергии и атмосферы, она поглощала солнечное тепло, и она же передавала атмосферу внутреннее тепло Земли.

Таким образом, на Земле возникли сложные процессы взаимодействия между литосферой, атмосферой и солнечной радиацией; поверхностные горизонты земного шара обрели некоторое единство, стали развиваться как бы в одном направлении, свидетельствуя о том, что на Земле появилась географическая оболочка, или биогеносфера. Эта еще очень примитивная биогеносфера уже заметно отличалась как от вышерасположенных частей планеты (верхние слои атмосферы), так и от нижерасположенных (недра планеты). А в недрах, в самой глубине Земли, сформировалось ядро.

Событие это, казалось бы не имеющее прямого отношения к биогеносфере, тем не менее сыграло и продолжает играть большую роль в ее жизни: ведь с возникновением ядра связывают и возникновение магнитного поля, отклоняющего часть космической радиации.

Дальнейший ход развития биогеносферы привел к еще одному принципиально важному событию — к возникновению воды.

Ныне установлено, что водные соединения входят в состав межзвездной материи, в метеориты (ее даже удавалось выделять в лабораторных условиях), и нет никаких сомнений в том, что вода была и в составе того первичного вещества, из которого формировалась планета. После образования относительно мощной атмосферы, при сравнительно равномерном ходе суточной температуры на быстро вращающейся Земле, в биогеносфере сложились условия, при которых вода смогла выделиться в качественно особый компонент природы.

Надо полагать, что образование морей, океанов, озер на Земле шло, так сказать, с двух сторон — и сверху, и снизу — и моря возникли там, где встретились два «ливня». Впрочем, об одном ливне — атмосферном, можно писать, не употребляя кавычек. Дело в том, что при наличии в атмосфере углекислого газа и водорода между ними возможна реакция, ведущая к образованию болотного газа (метана) и водяного пара, а водяной пар, при некоторых дополнительных условиях, имеет свойство сгущаться в облака и, оборачиваясь капельками воды, дождем, а то и ливнем испадать на землю...

Трудно представить себе это сейчас, но ведь был на Земле первый — самый первый! — дождь, а ему предшествовало самое первое облако и самая первая тень от облака, упавшая на от века сухую землю... И был первый туман, и был первый пасмурный день, и первая роса на ребристых скалах...

Вспомнив об этом, давайте не будем «гневаться», когда на наших глазах облачная пелена затягивает небо; если бы не облака, если бы небо наше всегда было безоблачным, на Земле никогда не зазеленело бы ни одного дерева, не пропела бы ни одна птица и никто никогда не любовался бы полуденной лазурью и нежно-розовыми закатами...

И еще были первые родники — внешнее проявление странного «ливня», шедшего снизу вверх, из недр планеты к ее поверхности. И «ливни» подземные встречались с ливнями небесными и вдвое ускоренными темпами заполняли чаши озер, морей...

Имея в виду современные пустыни, мы часто говорим: вода — это жизнь. И всем нам привычна мысль, что жизнь невозможна без воды, что жизнь, вообще-то, — вода с некоторой примесью белковых и прочих элементов... К этой любопытной проблеме — в ее совершенно ином ракурсе — мы еще вернемся, но сейчас важно подчеркнуть другое, что вода — в точном смысле этого слова — привела в движение всю биогеносферу, всю ее тран-

сформировала, преобразовала и что именно вода стала выразителем максимальной изменчивости земной природы для того времени.

В самом деле, покидая атмосферу, попадая на землю, вода и тогда поступала точно так же, как поступает сейчас: стекала с высоких мест в понижения, скапливалась там, нагревалась лучами солнца и вновь, в виде пара, возвращалась в атмосферу, чтобы вновь дождем упасть на землю и стечь в океан... Так начался на планете круговорот воды, который продолжает действовать и поныне, играя колоссальную роль в жизни биогеносферы.

В тропических пустынях, вроде Сахары или Аравийской, раскаленные за день горные породы так быстро охлаждаются после захода солнца, что трескаются с выстрелоподобным звуком. Арабы говорят в таких случаях, что камни «кричат»... Пока не было воды, камни «кричали» по всей Земле, и на поверхности ее скопилось огромное количество мелких и крупных обломков, перемешанных с космической пылью. Теперь материковые воды, устремляясь в понижения, в моря и океаны, стали сносить туда обломочный материал, и он осаждался там в прибрежной полосе,— так начали образовываться осадочные породы, тоже новое в биогеносфере.

Известно замечательное свойство воды — нагревшись, она медленно остывает, гораздо медленнее, чем горные породы. Иначе говоря, вода обладает способностью накапливать, аккумулировать солнечное тепло, лишь постепенно отдавая его потом атмосфере. К чему это привело — догадаться нетрудно: с появлением морей и океанов климат на Земле стал теплее, мягче, ровнее.

Но были и другие последствия. Вода всегда соседствует с массивами суши, с материками. Уже только потому, что суша и вода нагреваются по-разному, между ними неизбежен обмен ветрами, или, точнее, воздушными массами,— все, очевидно, слышали о муссонах и бризах, ветрах, рожденных соседством моря и суши... Естественно, что воздушные массы, сформировавшиеся над океаном, отличаются от воздушных масс, сформировавшихся в глубине материка. В первом случае они будут отличаться большей влажностью и меньшей запыленностью, зимой морские воздушные массы бывают теплее, а летом холоднее континентальных... Их замещение над одним и тем же районом неизбежно приведет к изменению погоды,— как видите, и погода — понятие не вечное, погода — тоже производное свойство биогеносферы.



Известно, что прямые лучи греют сильнее, чем скользящие по поверхности, и потому у полюсов холоднее, чем у экватора. Известно также, что ось Земли наклонена по отношению к эклиптике, и этой особенностью нашей планеты (и не только нашей) объясняется смена времен года. Поскольку Земля всегда была шарообразной и нет у нас никаких оснований думать, что некогда ее ось вращения не имела наклона, то, очевидно, всегда были предпосылки для температурных различий с изменением широты местности и всегда были предпосылки для сезонных различий. У полюсов всегда было холоднее, чем у экватора (это, кстати, подтверждается изучением Луны), а вот сезоны внешне стали различными на земном шаре лишь с появлением воды, с ее способностью превращаться в снег, в лед.

При относительно равномерном ходе температуры, что связано с влиянием воды на климат, камни перестали «кричать» по всей Земле, и лишь в пустынях они продолжали растрескиваться при резких перепадах температуры. Казалось бы, оценить роль воды в процессе разрушения горных пород нетрудно: она воспрепятствовала этому процессу, замедлила его. В какой-то степени так и было, но важно уже сейчас подчеркнуть, что в таком сложном «механизме», как биогеносфера, однозначная оценка роли того или иного компонента никогда не бывает правильной, а в этом случае она увела бы нас в сторону, прямо противоположную истине.

Да, в районах с морским климатом камни перестали растрескиваться. Но... вода сама занялась разрушением горных пород: проникая в трещины горных пород и замерзая там осенью или зимой, вода принялась крошить эти породы гораздо энергичнее, чем зной и холод. Кроме того, унося мелкие частицы

породы, вода сама себе расчищает поле для дальнейшей деятельности, а там, где бурные потоки влекут по дну обломки камней, работа воды значительно возрастает, образуются такие формы рельефа, как ущелья, речные долины, теснины...

А на побережьях морей и океанов... Не будем забывать, что и тогда свирепые, правда, никому не страшные бури разыгрывались на морях и волны рвались в девственное, не тронутое крылом ни одной птицы небо. Волны не только рвались в небо — они обрушивались на берега, размывали их, подтачивали скалы и жадно поглощали, скапливали в своих закромах обломки.

А теперь еще раз повторим, не смущаясь тривиальностью истины, что жизнь невозможна без воды. Дело в том, что одна чрезвычайно важная роль воды в жизни биосферы, особенно на ее ранних этапах развития, обычно упускается из виду... Кислород называют «газом жизни», и действительно — из нескольких миллионов живых существ на земном шаре лишь ничтожно малая часть их, так называемые анаэробные бактерии, могут обходиться без кислорода; остальные не проживут и нескольких минут.

Но откуда же взялся на Земле свободный кислород, входящий ныне в состав атмосферы?

Первым поставщиком кислорода в атмосферу была вода.

Дело в том, что под влиянием ультрафиолетовой части солнечной радиации молекулы воды, как и молекулы углекислого газа, распадаются и при этом выделяется кислород. Тот самый кислород, который необходим для жизнедеятельности организмов. И тот самый кислород, который создал защитный экран, спасающий жизнь от смертоносных воздействий космической радиации, создал, кстати сказать, до появления жизни на Земле. Этот экран состоит из газа озона и потому называется озоновым экраном.

Мы уже отмечали, что магнитное поле Земли, ее атмосфера защищали поверхность планеты от непосредственной «бомбардировки» космическими лучами, метеоритами. И все-таки защита эта была еще недостаточной. Лишь с появлением озона вся вредная коротковолновая радиация стала улавливаться атмосферой.

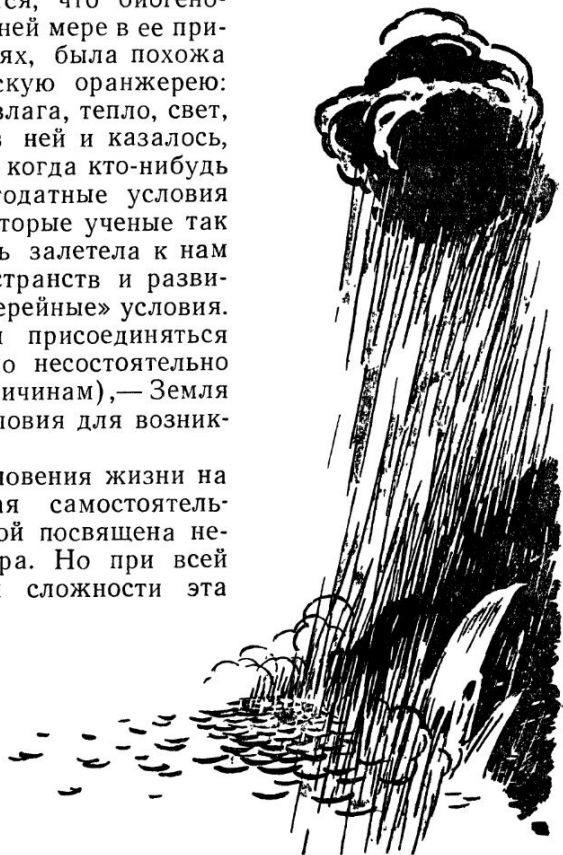
А возник озоновый экран так. Молекулярный кислород энергично поглощает коротковолновую радиацию, и при этом молекулы его распадаются: атомы кислорода вступают в реакцию с молекулами кислорода, и в результате образуется озон (O_3), совсем небольшого количества которого достаточно, чтобы окончательно обезвредить солнечную радиацию. (Подсчитано,

что если весь озон собрать и равномерно распределить у поверхности земного шара, то при нормальном давлении воздуха он образовал бы слой толщиной всего в 3 миллиметра. Обратите также внимание на сложную, противоречивую роль солнечной радиации: разлагая молекулы воды и углекислого газа и освобождая кислород, солнечная радиация сама себя «обезвредила».)

Итак, вечный круговорот воды, размыв горных пород и отложение их обломков, накопление в воде различных солей, в атмосфере — новых газов, усиление защитных способностей планеты... Резко усложнившийся «механизм» биогеносферы, как видно, неоднократно «прокручиваясь», неутомимо трудился над формированием еще одной сложнейшей формы материи — жизни.

Мне представляется, что биогеносфера Земли, по крайней мере в ее приэкваториальных частях, была похожа в ту пору на гигантскую оранжерею: разрыхленный грунт, влага, тепло, свет, воздух — все было в ней и казалось, сама природа ждала, когда кто-нибудь бросит в столь благодатные условия семена жизни... Некоторые ученые так и считали, что жизнь залетела к нам из коемических пространств и развилась, попав в «оранжерейные» условия. Но нам нет нужды присоединяться к этому мнению (оно несостоятельно по очень многим причинам), — Земля сама подготовила условия для возникновения жизни.

Проблема возникновения жизни на Земле — это огромная самостоятельная проблема, которой посвящена необозримая литература. Но при всей самостоятельности и сложности эта



проблема является все-таки частью другой, еще более сложной и обширной проблемы — возникновения и развития тонкой пленки на поверхности земного шара, именуемой биогеносферой. Как мы видели, возникновению жизни на Земле предшествовала сложная эволюция материи. Именно поэтому проблему возникновения жизни на Земле следует рассматривать как биолого-географическую, а не чисто биологическую или биохимическую.

Ранний период развития географической оболочки Земли, период возникновения жизни изучен очень плохо, и поле для научных изысканий тут колоссальное. Правда, этот период нельзя восстановить, он не оставил никаких следов в земной коре, но все-таки в будущем, вероятно, представится возможность изучить его непосредственно, и об этом мы еще поговорим в последующих очерках.

Скорее всего именно в сравнительно мелководных и теплых первичных морях постепенно сложились благоприятные условия для образования различных органических соединений. Вообще же, чем сложнее и многообразнее взаимодействие компонентов природы, тем больше результатов можно ожидать от них. Наиболее сложными участками биогеносферы были побережья морей и океанов, где активнейшим образом взаимодействовали все имевшиеся тогда компоненты: горные породы, солнечная радиация, вода, атмосфера, насыщавшая воду газами, в том числе кислородом; там наивысшего напряжения достигал процесс стока, там скапливались сносимые водами суши разрыхленные горные породы и химический состав веществ отличался наибольшим разнообразием.

На побережьях морей, в мелких теплых лагунах приэкваториальной полосы, с постоянной достаточно высокой среднемесячной температурой, но с некоторыми ее колебаниями, и возникла наиболее высокоорганизованная форма материи — жизнь. Там, при участии солнечной радиации, протекали сложные реакции между углеродистыми соединениями и водой, причем этому способствовали содержащиеся в воде катализаторы — соли железа, кальция, ускорявшие процесс созидания высокомолекулярных соединений углерода. Этот процесс в конце концов привел к возникновению очень сложных молекул — белка. Постепенно белковые молекулы оформились в клетку, приобрели устойчивость, способность к обмену веществ с внешней средой и к сопротивлению внешним условиям и превратились в существа, вероятно во многом напоминавшие бактерий.

Энергию для процессов жизнедеятельности живые существа получали либо за счет химических реакций в окружающей среде,

либо за счет кислорода, который имелся в воде и атмосфере. Постепенно они научились умело обходиться с солнечной радиацией и с ее помощью превращать неорганические соединения в органические. Этот процесс называется фотосинтезом. Живые существа, способные к фотосинтезу, вырабатывая хлорофилл, окрасились в зеленый цвет, и появились растения. А живые существа, которым по каким-то причинам не удалось овладеть фотосинтезом, стали жить за счет более удачливых, за счет растений. Эти живые существа со временем превратились в животных. Они питаются и живыми, и отмершими растениями. Но кто же поедает трупы животных и остатки растений, не съеденных животными? Их поедают бактерии.

Так в биогеносфере возникли все три живых компонента, а они, в свою очередь, образовали последний из ныне существующих природных компонентов — почву (в морях — илы), которая от обычных рыхлых грунтов отличается тем, что содержит в большом количестве органические соединения (гумус, перегной) и буквально насыщена бактериями-«могильщиками». Но бактерии не только «хоронят трупы», а, разлагая остатки, доводят их до такого состояния, при котором растения вновь получают возможность усваивать органические соединения.

Процесс фотосинтеза имеет одну очень важную особенность: пока он протекает, в воздух почти непрерывно поступает свободный кислород... Стало быть, жизнь, в конечном итоге, сама о себе позаботилась, сама себя стала обеспечивать кислородом, хотя и тут дело не обходится без участия солнечного луча.



Нужно ли доказывать, что возникновение «живых» компонентов оказало, в свою очередь, огромное влияние на всю биогеносферу?.. Нам еще придется вспоминать об этом в дальнейшем, пока же отметим, что живые организмы стали наиболее постоянно действующей и могущественной геохимической силой, проявляющейся в пределах биогеносферы. С их деятельностью связано и образование огромного количества так называемых органогенных пород: известняков, доломитов, мраморов, каменного угля, торфа, а может быть, и нефти, и природного газа.

Об этом последнем обстоятельстве следовало специально упомянуть вот по какой причине: все горные породы типа известняков, доломитов — это углекислый газ, извлеченный растениями и животными из окружающей среды, это, наконец, солнечная энергия, на миллионы лет захороненная в недрах земного шара. Насыщая атмосферу кислородом, растительность в то же время освободила ее от излишков углекислого газа, придала нижним слоям атмосферы современные свойства. И еще одно: заставляя работать солнечный луч, растительность стала новым, самым надежным и долговременным аккумулятором солнечной энергии на Земле.

Последним по времени крупнейшим актом в жизни биогеносферы было возникновение человека, человеческого общества — высшего продукта процесса ее развития.

Выделившееся из остального органического мира, человечество превратилось ныне в силу, способную оказывать направленное воздействие на самые различные свойства биогеносферы, и разговору об этом посвящены ниже специальные страницы.

...Вот, стало быть, какие события, — а они изложены упрощенно, да и слишком мало еще известно науке, — должны были произойти на земном шаре, чтобы, отправившись в путешествие

уже не во времени, а в пространстве, увидели мы:

волны и дымные облака, дюны и сосновый бор, и рыбацкий поселок, и чайку, ко-со — по ветру — улетающую к солнцу;

желтые августовские поля пшеницы, дороги, пыльные, в ухабах, голубеющее



небо и зеленые ветлы вдоль ручья, серебриющиеся рыбьей чешуей с наветренной стороны;

белый парус египетской фелуки, плывущей сквозь рощу финиковых пальм;

жителей деревушки Н'гор, выбежавших ловить рыбу на базальтовые скалы Зеленого Мыса;

столообразные айсберги, плывущие от Антарктиды к экватору, и неизменных пингвинов на них;

и многое, многое другое...

Коротко о самом важном

А теперь поговорим о наиболее важных, существенных свойствах современной биогеносферы, или географической оболочки, той самой, которая сегодня обеспечивает нам возможность существования, предоставляет все необходимое для жизни.

Их несколько, этих наиболее существенных свойств, но с некоторыми из них мы познакомились, так сказать, попутно, пока речь шла об истории развития биогеносферы.

Например, к числу самых важных свойств биогеносферы, определяющих, кстати, ее качественное отличие от всех иных сфер земного шара, относится сосуществование вещества в трех агрегатных состояниях (твердом, жидком и газообразном) и присутствие живых организмов. Но это было столь же характерно для биогеносферы несколько миллионов лет назад, как характерно и ныне, и мы не будем говорить об этом еще раз.

О втором важнейшем свойстве биогеносферы также упоминалось. Это свойство, отличающее биогеносферу от всех других участков нашей планеты, заключается в том, что в ее пределах сталкиваются и сложно переплетаются космические и земные силы, энергия различного происхождения: солнечная, приходящая из мирового пространства, и радиогенная (а может быть, и не только радиогенная), поступающая из внутренних частей Земли.

О том, какую роль сыграли оба эти вида энергии в жизни биогеносферы, мы уже знаем, а вот какое количество энергии из года в год поступает на Землю, к ее поверхности в наше время, мы еще не установили.

Солнце излучает огромное количество энергии. Достаточно сказать, что вследствие излучения в течение суток масса Солнца уменьшается на... 360 миллиардов тонн. Земной шар получает менее одной двухмиллиардной доли этой энергии, но в год это составляет астрономическую цифру: $1,3 \cdot 10^{24}$ калорий. Такое же

количество тепла можно было бы получить, если сжечь двести миллиардов тонн каменного угля!

Почти все явления природы, с которыми мы сталкиваемся в повседневной жизни, так или иначе зависят от солнечной радиации. Не будь ее, перестали бы течь реки, волноваться моря, дуть ветры, зеленеть деревья. Поэтому и говорят, что солнечная радиация служит энергетическим источником для множества экзогенных, то есть внешних, процессов, протекающих в биосфере. Но влияние ее на материках простирается вглубь всего на каких-нибудь тридцать — сорок метров — непосредственное влияние во всяком случае.

На больших же глубинах начинают действовать другие виды энергии, и прежде всего внутреннее тепло Земли. Это оно, наряду с возрастающим давлением, метаморфизует, изменяет на глубине в несколько километров те самые осадочные породы, которые образуются в морях и океанах не без участия солнечной энергии.

В пределы биосферы из глубины Земли поступает главным образом энергия радиоактивного распада, происходящего в верхних горизонтах земной коры. Верхние горизонты сложены разными породами, например базальтами, гранитами, причем и те и другие располагаются обособленно, слоями. Радиоактивные элементы, как полагают ученые, сосредоточены в гранитном слое, а гранитный слой сконцентрирован преимущественно под материками; под океанами его либо совсем нет, либо он очень тонок. Следовательно, поступление энергии радиоактивного распада в пределы биосферы протекает неравномерно в пространстве.

Но существуют, очевидно, и более сложные энергетические взаимосвязи в системе Солнце — биосфера — недра Земли — биосфера.

Солнечная радиация, поступающая в пределы биосферы, непрерывно воздействуя на горные породы, как бы заряжает их, повышает их энергетическое состояние. Затем «заряженные» солнечными лучами породы сносятся и переоткладываются водой, превращаются в осадочные и постепенно опускаются в глубь земного шара. Там они отдают свою энергию, и, наряду с радиационной энергией, освобожденная энергия недр Земли со своей стороны способствует созданию очагов расплавленных пород, определяет температуру недр. При вулканических излияниях горные породы опять попадают на земную поверхность, опять «заряжаются», а потом вновь опускаются. Такой круговорот существует постоянно.

И все-таки в общей сложности биогеносфера получает тепла изнутри примерно в пять тысяч раз меньше, чем снаружи, непосредственно от Солнца. Да и проявления внутренней энергии, если не считать вулканов и землетрясений, обычно менее заметны: ведь лишь точные приборы подмечают движения материков, рост горных систем...

До сих пор мы еще не вспоминали о силе тяжести. Но ведь и она проявляется особенно ярко и разносторонне именно в пределах биогеносферы. Это, разумеется, не случайно и объясняется как раз важнейшим свойством биогеносферы — наличием вещества в трех агрегатных состояниях. В самом деле, постарайтесь представить себе, как может проявиться сила тяжести в толще литосферы, которая малоподвижна, вязка, крепка; «упасть» камню там некуда, соскользнуть одному слою по поверхности другого тоже сложно, и если массы горных пород там все же перемещаются, то происходит это очень медленно или же, в результате чрезвычайно сильных землетрясений, очень быстро.

Иное дело — биогеносфера. Здесь, у твердой поверхности земного шара, сразу резко меняется плотность вещества (сравните-ка плотность камня и воздуха!), и тут уже есть куда «упасть» камню.

Если же камень «упадет» в море — он потонет, потому что, как принято говорить, камень тяжелее воды. И вот благодаря таким исключительным условиям потенциальная энергия очень легко переходит в кинетическую, и поэтому происходят горные обвалы, срываются в горах лавины, реки текут в моря, дуют ветры, перемешивается вода в озерах, морях и океанах...

Вы заметили — выше утверждалось, что ветры дуют, а реки текут благодаря солнечной энергии, а теперь... Что же, приходится еще раз подчеркнуть, как сложно переплетаются в биогеносфере и внешние, космические, и внутренние, земные, силы, что верно и то и другое!

В самом деле, ветры дуют, во-первых, потому, что солнечная радиация неравномерно нагревает атмосферу, а во-вторых, потому, что холодный воздух плотнее, тяжелее теплого и устремляется, течет в теплые районы.

Отметим еще, что твердая поверхность земного шара — это верхний предел распространения внутренних



горообразовательных, иначе говоря — тектонических сил. Тектонические процессы наиболее ярко и зримо проявляются именно на границе литосферы и атмосферы, литосферы и гидросферы, и это опять-таки объясняется разностью в плотности среды, резкой сменой условий давления. Внутри литосферы давление равномерно возрастает в среднем на 275 атмосфер (килограммов) на один квадратный сантиметр на каждый километр глубины; в океане давление возрастает почти вдвое медленнее, а давление в атмосфере (вес столба воздуха) по сравнению с литосферой и водной толщей вообще ничтожно. Но именно потому, что сопротивление атмосферы незначительное, тектонические процессы и проявляются так ярко и зримо у поверхности земной коры. Им мы обязаны сложным устройством поверхности, наличием крупных форм рельефа — горных систем, плоскогорий, равнин, впадин.

Выше в общей форме говорилось об интенсивном взаимодействии компонентов биогеносферы, упоминалось о круговороте воды. Теперь мы можем расширить это положение, отметив, что для биогеносферы вообще характерен напряженнейший круговорот вещества и что свойственно это именно биогеносфере (за ее пределами круговорот веществ протекает несравнимо медленнее).

Вернемся сначала к круговороту воды, сыгравшему столь выдающуюся роль в истории развития биогеносферы. Ныне наиболее динамич-



ными, наиболее изменчивыми формами материи в пределах биогеносферы стали ее органические компоненты. Но и по сей день круговороту воды принадлежит огромная роль в жизни планеты.

Вот некоторые цифры.

Ежегодно с поверхности Мирового океана испаряется 448 000 кубических километров воды, или слой толщиной в 1,2 метра, а с поверхности суши — 71 000 кубических километров воды, то есть со всей поверхности земного шара испаряется 519 000 кубических километров, и такое же количество выпадает в виде осадков. Испарившаяся вода временно поступает в атмосферу (но процесс непрерывен, и поэтому вода всегда есть в атмосфере и всегда сосуществует в разных агрегатных состояниях) и переносится воздушными течениями в различных направлениях, подчиняясь, впрочем, особым закономерностям. Эти закономерности (о них мы еще вспомним) приводят к тому, что непосредственно на поверхность океана влаги выпадает меньше, чем испарилось с нее, а на часть суши, имеющую сток в океан (с ее поверхности испаряется 63 000 кубических километров), — больше (соответственно 412 000 кубических километров и 99 000 кубических километров). Избыток воды, выпавший на сушу (36 000 кубических километров), стекает в океан, и объем последнего остается неизменным. 8 000 кубических километров приходится на бессточные области, то есть не имеющие связи с океаном: количество осадков равно там количеству испарившейся влаги.

Сложные взаимодействия происходят при биогенном круговороте веществ, то есть при круговороте веществ органического происхождения. В процессе фотосинтеза из углекислоты создаются бесчисленные органические соединения. Низшие растительные организмы, и особенно мелкие морские водоросли, обладающие колоссальной скоростью размножения, образуют за год из углекислого газа примерно $1,5 \cdot 10^{11}$ тонн органической массы! В дальнейшем органические вещества либо поедаются животными, либо разлагаются, и тогда углекислый газ возвращается в атмосферу, либо отлагаются в виде органических илов, гумуса, торфа, из которых в дальнейшем может образоваться каменный уголь, а может быть, и нефть. Из углекислого кальция водные организмы создают свои скелеты и раковины, которые после гибели животных оседают на дно. Именно поэтому огромное количество углекислоты «законсервировано» в виде известняков, образованных скелетами морских животных. В настоящее время — о чем вскользь упоминалось — в атмо-



сфере содержится в десятки тысяч раз меньше углекислого газа, чем в общей сложности извлечено из нее и «законсервировано».

Из почвы и атмосферы растения постепенно извлекают азот, являющийся неотъемлемой частью белков и белковых соединений. Отмершие организмы разлагаются бактериями, и азот либо вновь возвращается в атмосферу, либо путем сложных превращений накапливается наряду с другими химическими элементами в виде селитры (в районах с жарким и сухим климатом).

Наконец, важной особенностью современной биогеносферы является

то, что каждая ее составная часть, каждый ее компонент испытывают на себе всестороннее влияние всех остальных компонентов — именно всех, причем влияние настолько сильное, что оно изменяет первоначальные свойства иной раз на противоположные. Простейший пример тому — многократно упоминавшаяся вода. Вода химически чистая — это смертельный яд для живых организмов, но природная вода, обогатившаяся новыми свойствами в процессе взаимодействия с горными породами, с атмосферой, — это подлинный источник жизни, и мы уже убедились, что без природной воды жизнь была бы вообще невозможна.

Все важнейшие свойства биогеносферы, с которыми мы только что вкратце ознакомились или которые вспомнили, подтверждают, что биогеносфера — целостное природное образование, а это означает, что сколько-нибудь серьезное изменение сложившихся условий в одной из ее частей обязательно вызовет изменения в других ее частях.

Так, у тихоокеанского побережья Южной Америки за последние сто лет трижды разыгрывались следующие события.

Как известно, западное побережье Южной Америки омывается течением Гумбольдта, или Перуанским. Это холодное течение (температура воды на $8-10^{\circ}$ ниже температуры окружающего воздуха), которое, во-первых, снижает температуру на побережье, а во-вторых, приводит к крайней сухости приморских районов, обуславливая наряду с другими климатическими факторами существование пустыни Атакама. Пустыня — одно

из самых засушливых мест на земном шаре. На большей ее части выпадает за год менее 10 миллиметров осадков. Не удивительно, что пустыню — а это очень узкая береговая полоса — пересекает всего одна постоянная река Лоа. Большие площади заняты солончаками. Растительность редка и бедна.

Но жизнь у берегов Перу богата. Правда, жизнь морская и связанная с морем. Прибрежные, зеленоватые, с оливковым отливом, воды — один из самых высокопродуктивных районов Мирового океана. Почти круглый год ведут здесь промысел многочисленные рыболовные суда. И ведут промысел миллионы птиц — бакланы, пеликаны, глупыши, альбатросы. Колонии птиц, занимающие площадь более десяти гектаров, — обычное явление; на квадратный метр там приходится по три гнезда. Общее количество рыбы, которое вылавливается этой птичьей армадой, достигает 2,5 миллионов тонн...

У меня нет сведений, сколько рыбы добывается в этом районе человеком. Очевидно, тоже немало. Но рыбные запасы не скудеют: холодные воды Перуанского течения богаты кислородом, а следовательно, и планктоном, а когда много пищи, много и рыбы — сардин, анчоуса, морского окуня и других относительно холоднолюбивых видов.

Каждое лето южного полушария навстречу течению Гумбольдта устремляется с севера теплое течение Эль-Ниньо, доходящее обычно до 4° ю. ш. Но в некоторые годы (так случилось в 1891, 1925 и 1941 годы), когда ослабевает северо-восточный пассат и на смену ему приходят северо-западные ветры, течение Эль-Ниньо проникает почти на тысячу километров дальше к югу.

На глазах у людей разыгрывается как бы классический случай изменения климата: холодное Перуанское течение отступает от берегов, и на смену ему приходит теплое течение Эль-Ниньо, температура которого на 7—8° выше обычной для этих мест.

В результате в океанской воде резко уменьшается количество кислорода (в холодной воде его всегда больше), что приводит к гибели массы живых организмов. Прибрежная рыба — главное богатство! — либо уходит от берегов, либо гибнет, и побережье покрывается гниющими морскими выбросами. Сероводород отравляет воздух,



а на некогда зеленоватой, с оливковым отливом воде появляется дурно пахнущая черная пленка (у моряков это явление известно под названием «краски Кальяо», потому что особенно страдает порт Кальяо, морские ворота столицы Перу). Вслед за рыбой покидают берега многомиллионные стаи бакланов, альбатросов и других птиц.

На обнаженные скалы гор, на пустынное побережье, где обычно господствует тихая ясная и сухая погода, обрушиваются катастрофические штормы с ливнями и грозами. Дожди сопровождаются резким повышением температуры воздуха. Пустыня покрывается растительностью, расцветает. Сухие русла рек наполняются водой. Приспособленные к сухому климату глинобитные дома и постройки разваливаются. Дороги размываются, обнажаются и выходят из строя проложенные в земле провода и водопроводные трубы — прибрежные города остаются без питьевой воды и света.

Начинают гнить, разлагаться залежи гуано — ценного сельскохозяйственного удобрения, образующегося из птичьего помета в условиях пустынного климата.

Появляется огромное количество насекомых, возникает реальная угроза эпидемий...

Эти «назидательные» эксперименты природы продолжают недолго — каждый раз около месяца, но результаты и этого малого срока, как видите, вполне убеждают в справедливости вывода физической географии: биогеносфера настолько чуткий, тонкий и слаженный механизм, что малейшее нарушение хода естественных процессов вызывает сложную цепь последствий. В самом деле, ведь в нашем примере произошла всего лишь замена северо-восточных ветров северо-западными...

В 1953 году в Москве был издан сборник под названием «Атмосфера Земли». Наш известный географ и полярный исследователь, ныне покойный профессор В. Ю. Визе поместил в этом сборнике статью под странным названием: «Арктика и Африка». Кажется бы, какая связь может быть между столь разительно несхожими частями земного шара?!

Берега Европейской части Советского Союза омываются Баренцевым морем. А в южной половине Африканского материка расположено одно из крупнейших озер тропической Африки — озеро Виктория. И вот какие интересные строки можно прочесть в статье В. Ю. Визе: «...годы с большим количеством льда в Баренцевом море соответствуют годам с низким уровнем озера Виктория, и, наоборот, годы с малым количеством льдов — годам с высоким уровнем озера». Тем же коле-

баниям в связи с ледовитостью северных морей подвержен уровень и других великих африканских озер.

Объясняется это отнюдь не чудом: все дело в повышении или понижении интенсивности атмосферной циркуляции. «Твердо установлено,— писал В. Ю. Визе в той же статье,— что с возрастанием количества и скорости перемещения воздушных масс вдоль поверхности земного шара уменьшается ледовитость арктических морей, а с уменьшением интенсивности перемещения воздушных масс ледовитость увеличивается. В экваториальной зоне усиление общей циркуляции атмосферы вызывает увеличение количества выпадающих осадков, что и отражается на уровне озер».



В. Ю. Визе

* * *

Вот, пожалуй, и все, что следовало сказать в кратком очерке об истории развития биогеносферы и ее важнейших свойствах. Теперь можно подвести итоги и сформулировать основные закономерности развития биогеносферы. Вот они:

в процессе развития биогеносферы ее состав и строение непрерывно усложнялись за счет возникновения новых компонентов и их производных продуктов;

в процессе развития биогеносферы возрастала ее автономность, обособленность от других частей Земли, увеличивались в числе и конкретизировались черты ее самостоятельности как природного образования;

в процессе развития биогеносферы активизировались и усложнялись взаимосвязи, взаимозависимости между ее компонентами, биогеносфера становилась все более целостным природным образованием;

в процессе развития биогеносферы постепенно возрастала роль солнечной радиации в ее жизни, причем этот процесс протекал скачкообразно и был связан с земными причинами — возникновением новых компонентов, улучшением условий аккумуляции солнечной энергии.

Все эти закономерности были теснейшим образом взаимосвязаны, и каждый из них — это одна из граней общего поступательного движения биогеносферы, развития от низшего к высшему.

А теперь уточним границы биогеносферы, ее местоположение на земном шаре.

Прежде всего нужно иметь в виду, что биогеносфера расположена не на самой поверхности планеты. В нее географы включают нижний слой атмосферы — тропосферу и только верхний слой литосферы — стратисферу, или осадочную оболочку, с инородными (кристаллические породы) включениями в нее. Разумеется, границы эти проводятся не произвольно. Тропосферу не мы включаем, а она естественно включается самой природой в географическую оболочку потому, что именно она находится в постоянном взаимодействии с поверхностью материков и океанов, приобретает в результате взаимодействия почти все свои свойства, подчиняется географическим закономерностям (например, закону зональности), определяет погоду, климат. Стратисферу, осадочную оболочку, географы включают в биогеносферу потому, что она возникла под влиянием процессов, протекавших в биогеносфере (смыв горных пород с суши и отложение их в морях и океанах), и еще потому, что в пределах ее сохраняется вода в жидком состоянии и имеются живые организмы, бактерии.

Следующая оболочка, метаморфическая, тоже сложена осадочными породами, но породы эти под влиянием огромного давления и внутреннего тепла Земли уже подверглись глубинным изменениям, метаморфизации. Там действуют уже иные закономерности.

Следовательно, верхняя граница биогеносферы, совпадая с верхней границей тропосферы, проходит в среднем на высоте около 10 километров над уровнем моря, а нижняя — на глубине 4—6 километров. Средняя мощность биогеносферы по вертикали — всего 15—16 километров, а экваториальный радиус Земли превышает 6378 километров, причем верхние слои атмосферы не учитываются в его оценке! Что и говорить, биогеносфера совсем невелика. Но биогеносфера — это та тонкая пленка у поверхности Земли, которая сделала сложнейшую из всех известных нам эволюций, развилась до появления высокоорганизованных форм органической материи, породила жизнь, человека; биогеносфера — это лаборатория, в которой сложнейшие свойства материи выкристаллизовались в жизнь, а в настоящее время биогеносфера, как гигантская камера, делает возможным существование жизни, человечества.

В этом заключается огромное методологическое, мировоззренческое значение исследования биогеносферы, выходящее, кстати, далеко за пределы сугубо «земных» интересов.

Если солнце село в тучу...

Вы, должно быть, знаете такую примету: «Если солнце село в тучу — берегись, получишь бучу», то есть погода испортится.

А почему?

До сих пор мы рассматривали биогеносферу как единое целое, как своеобразное явление мироздания. Но у этого явления есть отдельные структурные части, заметно отличающиеся по своим природным особенностям одна от другой.

Вот о них-то и поговорим теперь.

Начнем с воздушной оболочки, с тропосферы, воздушного «замка», голубые «стены» которого непрерывным кольцом окружают Землю, защищая ее от космических воздействий, опасных для жизни.

О тропосфере, об атмосфере в целом можно рассказать множество любопытнейших вещей, да и нет, пожалуй, ничего на земном шаре столь же заметного даже самому непросвещенному глазу, как жизнь тропосферы и в течение дня, и в течение суток, и по месяцам, и по годам. На себе — и без всякого промедления — ощущаем мы результаты изменений, происходящих в воздушном пространстве. Появилось в синеве белое облачко — и вот уже прохладная тень коснулась вашего лица, а там, может быть, брызнет и короткий летний дождь...

У каждого человека есть в жизни памятные даты. У меня лично одна из таких — 2 апреля 1948 года, день защиты дипломной работы. И было в том году 2 апреля в Москве так тепло, что все уже одевались по-летнему. Ради торжественного случая я надел пиджак и прямо-таки пропадал от жары... С тех пор прошло почти двадцать лет, и не было ни одного такого же теплого 2 апреля... А вспомните свою, допустим, самую раннюю осеннюю и самую позднюю весеннюю лыжную прогулку. У меня, москвича, это 18 октября и 14 апреля, но к крайним этим точкам в другие годы мне даже не удалось приблизиться... За этими бытовыми деталями — колоссальная проблема колебаний и изменений климата, проблема, до сих пор далекая от окончательного решения.

А вот сообщение, появившееся в газете «Правда» от 14 апреля 1965 года: «37 смерчей над США». Над шестью штатами

американского Среднего Запада пронеслись разрушительные ураганы. Скорость ветра достигала 300 километров в час. Тридцать семь гигантских смерчей, высота которых в некоторых местах достигла 10 километров, произвели опустошение на огромной территории.

В одном лишь штате Индиана пострадали 22 города и сотни ферм. Небольшие города Рашвилл и Алто (штат Техас) разрушены полностью. Свыше 400 домов превращены в груды кирпича и досок. Трагедия усугубилась тем, что в большинстве мест ураганы пронеслись ночью. Мало кто слышал предупреждение о надвигающейся опасности, переданное службой погоды по радио.

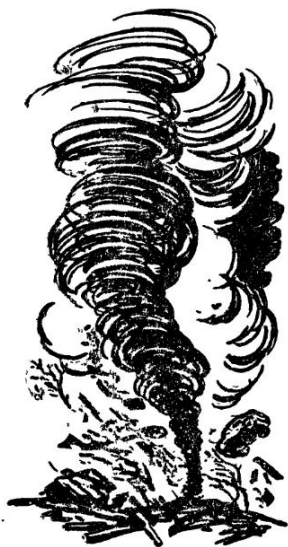
О силе смерчей можно судить по тому, что лодки и катера, стоящие у причала на озере Эри, были подняты в воздух и закинуты в центр прибрежного города. Ветер поднимал над землей автомобили с пассажирами, переворачивал автобусы, опрокидывал железнодорожные вагоны. В городе Мэрион рухнул магазин, в котором находилось около 200 покупателей.

Наводнение обрушилось на штат Миннесота. Свыше 20 тысяч человек лишились крова. Воды реки Миссисипи угрожали столице штата — городу Сент-Пол. Говорят, что в этих местах такого наводнения не было с 1890 года. Столь грозные атмосферные явления имеют непосредственное отношение к географии, тем более что не во всех районах земного шара случаются смерчи такой силы...

А электричество в атмосфере? А загадочные свойства молний, вдруг срывающих одежду с человека, но оставляющих его невредимым?.. А таинственные шаровые молнии?

Короче говоря, о тропосфере и ее особенностях действительно можно рассказывать до бесконечности, но в данной книге автор ограничен рамками поставленной задачи: рассказать о предмете исследования физической географии, о биогеносфере, и поэтому дальше будет говориться о воздушной оболочке с этих позиций. Она будет рассмотрена прежде всего как именно часть биогеносферы.

Основной компонент тропосферы —



воздух. Средний состав чистого, лишенного влаги и минеральной пыли воздуха на уровне моря почти одинаков для любого района земного шара. По объему в воздухе содержится 78,08% азота, 20,9% кислорода, 0,93% аргона, 0,03% углекислого газа, 0,0005% гелия и т. п.

Означает ли это, что нижняя оболочка атмосферы — тропосфера — повсюду однородна?

Нет, было бы глубочайшим заблуждением заключить, что если средний состав воздуха повсюду одинаков, то и свойства тропосферы по всей Земле остаются неизменными.

Они изменяются, и изменяются очень сильно, потому что тропосфера — это не просто воздух, это прежде всего природный комплекс. Важнейшие особенности тропосферы зависят от того, что в природе к воздуху всегда в том или ином количестве примешивается влага (в виде водяного пара, мелких капель воды, кристалликов льда), минеральная пыль (частицы горных пород, почвы, морская соль), и от того, что воздух всегда содержит запасы тепла.

Содержащиеся в воздухе водяные пары повышают его теплоемкость. Это во-первых. Во-вторых, теплоемкость водяного пара (0,477) в два раза больше теплоемкости сухого воздуха (0,238). А это означает, что запасы тепла в воздухе зависят в какой-то степени и от его влажности. В то же время от запасов тепла, от температуры воздуха зависит влагоемкость воздуха, то есть то количество влаги, которое он способен в себя «вобрать»: теплый воздух способен «вобрать» в себя больше влаги, чем холодный. Эти сложные, «перекрещивающиеся» взаимовлияния чрезвычайно важны, ими во многом объясняется климатический режим Земли.

Заметную роль в тропосфере играет запыленность. С ней связано такое физическое свойство воздуха, как прозрачность. Для литосферы обычен отрицательный электрический заряд; его же сохраняет и минеральная пыль в атмосфере. Вода чаще всего имеет положительный заряд, и при насыщении воздуха влагой пылинки играют роль ядер конденсации — способствуют образованию осадков.

Но с физико-географической точки зрения особенно важно то, что и влажность и запыленность воздуха в различных местах земного шара не одинаковы. Например, над океанами в воздухе больше влаги, чем минеральной пыли, а над пустынями — наоборот. А это наряду с неравномерным распределением тепла приводит к неоднородности тропосферы, к различиям в свойствах отдельных ее частей; получается так, что в этой чрезвычайно

подвижной воздушной оболочке имеются массы воздуха со своими особыми свойствами.

Их так и называют — воздушные массы. Вот как определяет воздушные массы известный советский климатолог С. П. Хромов. Воздушные массы, пишет он, это «обширные и более или менее обособленные части нижнего основного слоя атмосферы — тропосферы, размеры которых соизмеримы с частями материков и океанов, перемещающиеся как одно целое в одном из течений атмосферы и обладающие достаточной однородностью свойств. Это значит, что температура, влажность и запыленность воздуха в пределах воздушных масс меняются в горизонтальном направлении достаточно медленно (имеют малые горизонтальные градиенты) и можно установить некоторые пределы значений для каждой из этих величин, характерные для всей воздушной массы в целом. Другие метеорологические элементы, облачность и осадки, обладают в воздушной массе определенными качественными особенностями, отличающими массу данного типа от масс других типов».

Границы между воздушными массами чаще всего четко выражены и представляют собой сравнительно узкие переходные зоны, но могут быть и расплывчатыми. А свойства воздушной массы зависят от «очага формирования» того района, в котором она возникла.

Если бы каждая воздушная масса оставалась постоянно в том районе, где она возникла, то погода на Земле хоть и изменялась бы от места к месту, но зато в каждой стране в один и тот же сезон была бы почти всегда одинакова.

Но воздушные массы — вечные странники. Едва возникнув, они отправляются в путешествие, и путешествие это продолжается до их «гибели». Однако странствия воздушных масс не хаотичны — пути их предопределены общей циркуляцией атмосферы, и далеко не всегда странникам удастся уйти в сторону от этих путей, хотя случаются и такие казусы.

Воздушные массы, вся тропосфера находятся в непрерывном движении, а движут воздух две «силы», о которых мы уже говорили: солнечная и гравитационная энергия.

В климатологии — науке, изучающей воздушные массы, — разработана их географическая классификация. Выделяются четыре основных типа: 1) арктические воздушные массы (для южного полушария антарктические); 2) «полярные», или, точнее, воздух умеренных широт; 3) тропические и 4) экваториальные. Все они, кроме того, подразделяются на континентальные и морские.

В тропосфере в целом выделяются еще — по преобладающим воздушным массам, по характеру их циркуляции — крупные районы, или климатические зоны.

Выдающийся советский климатолог Б. П. Алисов насчитывает их семь:

- 1) зона экваториального воздуха;
- 2) зона экваториальных муссонов;
- 3) зона тропического воздуха;
- 4) зона субтропиков;
- 5) зона воздуха умеренных широт;
- 6) зона субарктическая (субантарктическая в южном полушарии);
- 7) зона арктического (антарктического) воздуха.

А теперь, пожалуй, пора попытаться ответить, почему же все-таки: «Если солнце село в тучу — берегись...»

Если вы живете в Москве, Ленинграде, Ярославле, Риге, Таллине, Калуге, Смоленске, Новгороде, Пскове, Старой Руссе, короче говоря, в одном из городов, расположенных в северо-западных районах Советского Союза, то одни и те же предзакатные тучи будут угрожать вам...

Впрочем, для того, чтобы окончательно убедиться в этом, нам нужно мысленно совершить путешествие в Африку, к экватору. Как это ни странно на первый взгляд, но появление грозных предзакатных туч под Ленинградом или Москвой в небольшой степени зависит от... экваториальной Африки.

Вы, конечно, помните, что Земля шарообразная и что поэтому солнечные лучи падают на нее под разным углом: на экваторе — отвесно, а на полюсе скользят по самой поверхности. Но чем больше угол, под которым падают на Землю солнечные лучи, тем сильнее нагревается ее поверхность. В этом смысле больше всего «повезло» экваториальным тропическим странам: солнце там всегда стоит высоко, в зените или почти в зените, и земля нагревается очень сильно. А от нагретой земли нагревается и воздух.

Нагретый воздух «вбирает» большое количество влаги, расширяется и поднимается вверх, причем солнце изо дня в день гонит и гонит вверх все новые и новые массы воздуха. Холодный воздух, как мы уже установили, обладает меньшей влагоемкостью, чем теплый, и поэтому излишки влаги выпадают: утро в приэкваториальных районах почти всегда бывает ясным, но зато после полудня идут так называемые зенитальные дожди — это охлаждается и отдает излишки влаги очередная «порция» воздуха.

Скапливаясь на большой высоте, воздух начинает растекаться на север и на юг от экватора, и там образуются постоянные воздушные течения, которые в климатологии называются антипассатами. Антипассаты стремятся прямо на север и на юг, но тут в действие вступает закон, о котором мы не говорили, но который очень характерен для биосферы, хотя и не только для нее,— это так называемый закон Кориолиса. Сущность закона такова: всякое движущееся тело в северном полушарии отклоняется вправо, а в южном — влево. Следовательно, и дующие на север антипассаты тоже отклоняются вправо и около 30° северной широты «загибаются» так сильно, что начинают дуть уже не в северном направлении, а в восточном и опускаются к поверхности Земли. Опускаясь, воздух всегда нагревается, а нагреваясь — вбирает в себя все новые и новые запасы влаги. Поэтому там, где воздух опускается, осадки почти никогда не выпадают, и в таких районах земного шара располагаются пустыни. На севере Африки, там, где опускается антипассат, располагается одна из величайших пустынь мира — Сахара.

Льющаяся сверху воздушная струя, достигая земной поверхности, вновь делится надвое и растекается в обе стороны — к югу и к северу. Южный поток направляется обратно к экватору, но уже не поверху, а понизу. Этот-то поток и называется пассатом. Отклоняясь в северном полушарии вправо, он принимает северо-восточное направление и дует с величайшим постоянством, потому что солнце гонит с экватора все новые и новые массы воздуха. За это постоянство пассат пользовался доброй славой у капитанов парусных кораблей: отправляясь из Европы в Америку, они сначала спускались на юг, в область пассатов, и только там поворачивали на запад, в сторону Америки, уже не беспокоясь о том, что их захватит штиль и паруса беспомощно повиснут на мачтах.

Вторая струя воздуха, в отличие от пассата, отправляется на север. Этот южный ветер (он дует с юга), также постепенно отклоняется вправо и становится юго-западным, а затем и западным. Москва, Ленинград, Рига, Таллин и другие названные выше города и лежат как раз там, где воздушный поток принимает западное направление. Поэтому и говорят, что Европейская часть СССР расположена в области западной циркуляции воздушных масс. Но что расположено к западу от нас?.. Атлантический океан. Следовательно, к нам приходят морские воздушные массы умеренных широт. Они формируются над теплым океаном, а поэтому богаты влагой. Попадая на сушу, они постепенно остывают и начинают идти дожди.

Солнце, как известно, заходит на западе; с запада же идут к нам богатые влагой, с тучами и облаками, морские воздушные массы. И если солнце опускается в тучу, значит, они уже близки, значит, завтра там, где вы живете, будет плохая погода — пойдет дождь или снег... Вот вам ответ на поставленный в самом начале этого раздела вопрос. Действительно, если солнце село в тучу — берегись!..

Но всюду ли это так опасно?

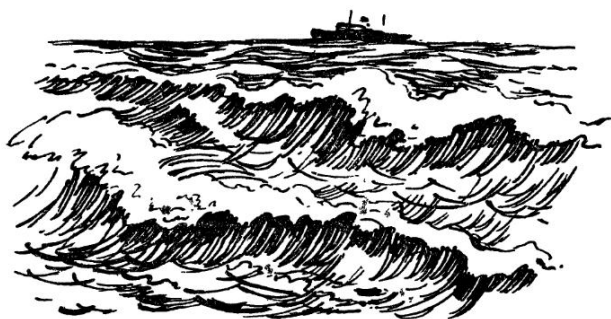
Нет. Если над океаном, там, где дуют северо-восточные пассаты, перед заходом солнца на западе покажется туча, то это совсем не значит, что завтра будет плохая погода: пассат унесет ее в противоположную сторону. Точно так же могут не бояться плохого заката жители Владивостока: западные ветры, дующие с материка, там сухие, а дожди приносят восточные или юго-восточные ветры, дующие с океана.

Тропосферу, как мы уже знаем, изучает географическая наука климатология. Кроме того, ее изучают геофизические дисциплины, такие, как метеорология. У них разные задачи, но каждая по-своему познает эту своеобразную часть биогеносферы.

Море зовет!

Первая встреча с морем, по-моему, незабываема, да и все последующие оставляют в душе тот или иной след. На море, как и на огонь, можно смотреть до бесконечности... Еще недавно тихое и синее, оно вдруг потемнело. Полосы ветровой ряби, как удары невидимых хлыстов, расчертили его поверхность, и вот уже первые волны напозли на берег. Штормы, волнение на море — действительно явление грандиозное и впечатляющее. Представьте себе волну длиной до 400, а то и 500 метров! А ведь такие волны случалось наблюдать в южном полушарии, где суши меньше, чем в северном, и потому больше простора для волн. Или представьте себе волну, поднимающую стоящий на рейде корабль и бросающую его на берег.

Понятно поэтому, что море и волны давно заинтересовали человека. Сначала практиков — моряков и прибрежных жителей. Потом художников и ученых. Потом опять практиков — кораблестроителей, которым потребовались при увеличении длины кораблей математические расчеты для определения прочности корпуса судна, как бы повисающего на двух волнах... Короче говоря, волны и рисовались («Девятый вал»), и изучались, и измерялись, и воспевались, и написано о море и волнах множество всяких статей и книг.



Вот почему я назвал этот раздел «Море зовет!», хотя буду рассказывать о морях и океанах как о части биогеносферы; море действительно зовет, зовет все новых и новых исследователей, потому что больше всего нераскрытых тайн, больше всего «белых пятен» скрывается сейчас именно под его темно-синей гладью. А если так, если сравнительно хорошо изучены только материки, значит, мы вообще плохо знаем свою планету, плохо знаем «дом», в котором живем: ведь морями и океанами занят 71% всей поверхности Земли!

Это, конечно, не означает, что глубже зоны волнения моря не изучались совсем. Нет, еще в глубокой древности люди пытались в меру своих сил познать море, но беда в том, что сил этих до самого последнего времени было явно недостаточно. Особенно много неразгаданного скрывается в таинственных морских глубинах, проникать в которые люди научились совсем недавно, буквально в наши дни.

Эти таинственные глубины — сфера исследования еще очень юной науки, которая только-только начинает складываться, — абиссалоги.

Впрочем, прежде чем говорить о достижениях абиссалоги, нам надлежит разобраться в более общих вопросах, а именно ознакомиться с некоторыми особенностями и свойствами океана. В этой области уже немало сделано; географическая наука океанология, которая изучает океан в целом и всесторонне, отнюдь не числится в отсталых.

Что Мировой океан непрерывен, что из одной его части можно проехать в любую другую — это вы, должно быть, помните. Что во всех морях и океанах вода в среднем держится на одном уровне и поэтому высоты на суше исчисляются от «уровня моря», вы тоже знаете. Слышали вы и о целой системе морских тече-

ний — тех, что несли на себе льдину папанинцев и бальзовый плот «Кон-Тики».

А что океан разделен на водные массы — это пока знают не все, потому что учение о водных массах возникло и развилось сравнительно недавно.

В любой части Мирового океана соотношение морских солей в воде всегда одинаково, а вот общее количество их может резко изменяться. Например, в воде Черного моря содержится почти в два раза меньше соли, чем в воде Атлантического океана: соленость Черного моря 18 промилле¹, а Атлантического океана, так же как большинства других морей и океанов, — 35 промилле. Нагревается вода в разных частях Мирового океана неодинаково — есть более холодные участки и более теплые. В холодной воде всегда содержится больше растворенных газов, чем в теплой, в частности в холодной воде всегда больше кислорода, без которого вообще невозможна жизнь. Но среди морских обитателей есть теплолюбивые формы и холоднолюбивые — все они выбирают местожительство в соответствии со своими вкусами. Большинство морских обитателей предпочитает теплую воду, и количество их видов в теплых морях значительно превосходит количество видов в холодных морях. Но зато в теплых частях океанов «тесно», животным и растениям там не хватает пищи и кислорода, и общее количество живых существ, или биомасса, в тропиках меньше, чем в северных районах. Поэтому, между прочим, киты, самые крупные млекопитающие на земном шаре, которые питаются мелкой морской живностью, предпочитают держаться не в тропических, а главным образом в приполярных районах.

Водные массы отличаются друг от друга температурой, соленостью (а следовательно, плотностью), газовым режимом, составом животного и растительного мира. В принципе они сходны с воздушными массами. Как и те, возникнув, они отправляются в долгое путешествие. Их гонят ветры, они перемещаются сами, потому что холодная вода плотнее, тяжелее теплой, и порой в странствиях забредают далеко от тех мест, где возникли. Например, в придонных горизонтах Северного Ледовитого океана исследователи постоянно обнаруживают атлантические водные массы. А между тем ученые подметили, что образуются водные массы почти всегда в верхних горизонтах океана и лишь затем опускаются в глубину.

¹ Промилле — одна тысячная часть какого-либо числа; следовательно, в Черном море на 1000 граммов воды приходится 18 граммов соли.

Океан в «разрезе» можно представить себе в виде буханки черного хлеба, намазанного тонким слоем масла. Тонкий верхний горизонт — светлый. Ниже его располагается черная, лишенная света абиссальная часть океана. Водные массы чаще всего и образуются в верхнем тонком слое, мощность которого всего 150—200 метров при средней глубине океана около 4000 метров.

Но тут вполне подходит пословица — «мал золотник, да дорог»: тонкий верхний горизонт океана, известный под названием «зоны фотосинтеза» или «океанического комплекса», кормит весь остальной океан, да и не только океан.

В свойствах этого горизонта мы и должны разобраться в первую очередь. Основная его особенность заключается в том, что весь он пронизан лучами солнца. Да, это вода, освещенная солнцем. Солнечные лучи, падающие на поверхность морей и океанов, частично отражаются обратно в атмосферу, а частично проникают в воду. Но распространиться на очень большую глубину они не могут, потому что вода поглощает их. Чем отвеснее падают лучи, тем дальше удастся им проникнуть; отдельные признаки света при долгой выдержке фотографическая пластинка отмечает даже на глубинах около километра, но все-таки практически солнечные лучи не проникают глубже 200 метров.

Что значит практически, если слабые отблески солнечного света отмечаются на больших глубинах? Тут физико-географы, океанологи, биологи обладают одним очень выразительным критерием. Глубже 150—200 метров прекращается процесс фотосинтеза, поэтому там нет зеленых растений. Глубже этой зоны те крохи света, которые еще проникают в воду, уже не могут созидать органическое вещество из неорганического. Вот почему на глубине 150—200 метров и проводят границу между зоной фотосинтеза и абиссальной, глубоководной, лишенной света толщей океана. Граница эта часто «подчеркивается» еще так называемым призрачным или ложным дном.

Мы уже знаем, что животные существуют за счет растений, что сами они не могут превращать неорганическое вещество в органическое — это для них делают растения, в частности водоросли, морской фитопланктон. Большинство животных питается растениями (а хищники — растениеядными животными) и селится там, где много растительной пищи, то есть в зоне фотосинтеза. Особенно много скапливается различных рачков у нижней границы фотосинтеза — там они собирают все, что отмерло и, медленно погружаясь, падает к ним из верхней зоны. Скопления рачков бывают настолько плотными, что звуковые волны, посылаемые эхолотом с кораблей для измерения глубин, отражаются

от них почти как от настоящего дна. Поэтому и называют это явление призрачным или ложным дном.

При штормах в результате перемешивания водных масс в верхние горизонты морей и океанов проникает множество пузырьков воздуха и образуется газовая эмульсия. Подмечено, что сухой воздух проникает в воду в четыре раза медленнее, чем влажный, а так как нижние слои тропосферы над океанами всегда содержат много влаги, то аэрация воды протекает сравнительно быстро. Попадая в воду, воздух быстро изменяет свой состав, растворяется, некоторые его газы (например, углекислый) вступают в соединения с водой. В горизонты, лежащие глубже, воздух проникает в виде отдельных растворенных газов. В зоне фотосинтеза отмечается избыток кислорода, ниже — его недостаток. Как видите, это еще один существенный признак зоны фотосинтеза.

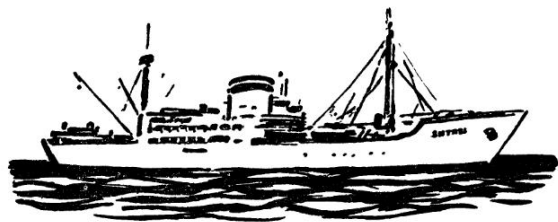
Несмотря на то что для верхней океанической зоны характерна большая подвижность воды, океан с юга на север подразделяется на географические зоны. В каждом полушарии их выделяется по четыре:

- 1) тропическая зона;
- 2) умеренная зона;
- 3) бореальная зона;
- 4) арктическая зона (в южном полушарии антарктическая).

Если теперь подвести итог, то окажется, что в зоне фотосинтеза имеются следующие из уже упоминавшихся нами компонентов: вода, солнечная радиация, воздух, растительность, животные и бактерии; нет, следовательно, лишь горных пород и почв.

Совсем иное дело в абиссальной толще океана, в абиссальном природном комплексе, который простирается от нижней границы зоны фотосинтеза почти до самого дна. Там стоит вечный, почти ничем не нарушаемый мрак. Лишь изредка в полной темноте вспыхнут холодные огоньки — это проплывают какие-то таинственные глубоководные рыбы, или каракатица, спасаясь от преследователей, выбросит, чтобы ослепить врага, яркую струю и скроется (а в зоне фотосинтеза каракатицы выбрасывают темную жидкость). Из всех уже известных нам компонентов только вода, животные да бактерии имеются там, в океанических глубинах. И оттого что стоит там вечный мрак, тайны океанических глубин кажутся еще загадочней, еще заманчивей.

Лишь в самые последние годы благодаря крупным океано-логическим работам отважным исследователям удалось приподнять завесу тайн над глубинами океана и заложить основы нового раздела океанологии — абиссало-логии.



Впервые люди проникли в абиссальную зону океана в 1934 году, когда американский инженер Отис Бартон и биолог Уильям Биб в специально сконструированном стальном шаре — батисфере с кварцевыми иллюминаторами опустились на глубину около одного километра. В 1949 году Отис Бартон побил этот рекорд, достигнув в сигарообразном бентоскопе глубины 1360 метров.

Особенно интересные и значительные события произошли в абиссалогии совсем недавно, несколько лет назад. Годы эти ознаменовались новым проявлением ярких творческих достижений человека, новым проявлением человеческой отваги. Во Франции под руководством инженера Вильяма и в Италии по проекту профессора Пикара были созданы специальные аппараты для глубоководных исследований — батискафы. Это своеобразные небольшие подводные лодки, способные выдержать колоссальное давление. Их важнейшее отличие от батисферы состоит в том, что они могут двигаться, плавать на больших глубинах, тогда как батисфера беспомощно висит на тросах. И ученым в своих аппаратах удалось достигнуть фантастических глубин: сначала Пикар (в прошлом стратонавт, выдающийся исследователь стратосферы) опустился в батискафе на глубину более трех километров, а потом французы Гийом и Вильям преодолели следующий рубеж — достигли глубины 4050 метров! Это произошло в Атлантическом океане у побережья Африки.

В дальнейшем события переместились в Тихий океан, к Марианской впадине — самой глубокой на земном шаре.

В октябре 1959 года Огюст Пикар и океанолог Рехницер погрузились там на глубину более пяти с половиной километров. Достигнув дна, они увидели креветок, норки каких-то животных. А в январе 1960 года батискаф «Триест», на этот раз возглавляемый сыном профессора Пикара — Жаком Пикаром (в составе экипажа был американский моряк Дон Уолш), достиг глубины 10919 метров!

Многое было сделано в области абиссалогии в послевоенное время и старыми методами, путем исследования с кораблей.

Большие экспедиции снаряжали датчане, шведы. Широкою известность получили работы в Тихом океане советского экспедиционного судна «Витязь».

Что же известно нам об абиссальной зоне океана?..

Водная толща ее отличается инертностью, малоподвижностью, хотя медленное движение в широтном направлении и по вертикали все же наблюдается и захватывает весь океан. Температура — низкая, в среднем около $+2^{\circ}$. В пределах всей абиссальной зоны живут рыбы, преимущественно хищные (длиннохвост, рыба-нитка, удильщик, галатеотума и многие другие, необычные по форме, со странными названиями). Рыбы вылавливались на глубинах, значительно превышающих 7000 метров. А экипаж батискафа «Триест» видел рыб и на глубине почти в 11 километров. В абиссальной зоне повсюду многочисленны ракообразные — их тоже видели с «Триеста». Вообще же «плотность жизни» в этой зоне невелика (не хватает питания!) и уменьшается с глубиной, потому что обитатели верхних горизонтов перехватывают все, что успевают, и жителям самых нижних, самых темных «этажей» достаются только крохи с их стола. Так, с глубины 1000 метров до глубины 6000 метров количество планктона на кубический метр воды понижается с 200—300 миллиграммов до 4,5 миллиграмма, а ниже оно еще меньше.

Как мы видели, живые организмы в пределах абиссали существуют главным образом за счет «дождя трупов» — органического вещества, поступающего из зоны фотосинтеза. Но есть и другие источники питания. Например, многие планктонные животные совершают так называемые вертикальные миграции: то опускаются на несколько сот метров в глубину, то снова поднимаются к поверхности. Во время этих прогулок очень многие из них попадают в желудок к глубоководным рыбам. В пределах абиссали господствует огромное давление, накладывающее отпечаток и на свойства воды (например, при увеличении давления увеличивается способность воды растворять некоторые вещества), и на самих животных. Только глубоководные животные способны выдержать давление океанических глубин, но зато они нередко гибнут при уменьшении давления: глубоководных рыб, как правило, разрывает, они лопаются, когда



их вытаскивают на палубу корабля. Поэтому состав органического мира океанических глубин заметно отличается от состава органического мира мелководных частей морей и океанов: в общем он беднее, но характеризуется своеобразными видами. В частности, имеются особые группы бактерий; их называют барофильные, которые приспособились к колоссальному давлению и живут только на больших глубинах. Малоподвижность воды привела к тому, что у многих видов животных образовались длинные, очень чувствительные усы — «антенны». Эти усы усиливают малейшее колебание воды и служат сигналом либо к бегству, либо, наоборот, к нападению. Много в пределах абиссали и светящихся животных.

Но было бы неверно думать, что вся абиссальная толща совершенно однородна. Нет, сверху вниз она может быть подразделена по крайней мере на три части. Так, в самой верхней из них, до глубины 2000 метров, куда еще частично проникает солнечная радиация, преобладают мелкие веслоногие рачки, ниже, до глубины 6000 метров, крупные ракообразные (креветки, гамариды). Животные, населяющие эти глубины, окрашены в красноватый цвет. Фауна сверхокеанических глубин (более 6000 метров) отличается от всех других не только по составу, но и по окраске животных. Они окрашены в серые, грязновато-белые тона или вообще бесцветны.

Сложен газовый режим абиссали. Содержание кислорода там ниже, чем в зоне фотосинтеза, и это понятно. Однако любопытно, что на глубине около километра располагается почти совсем бескислородный горизонт, тогда как глубже количество его вновь увеличивается. Конечно, все эти изменения отнюдь не случайны, они объясняются изменениями с глубиной физико-химических условий. Каковы эти изменения, какие процессы протекают в абиссали, как влияют ее своеобразные условия на животных и бактерий и как органическая жизнь влияет на свойства водной толщи,— все это должна познать абиссалогия, наука, перед которой наше время поставило огромные и чрезвычайно увлекательные задачи.

До сих пор мы с вами «парили» в воде, не опускаясь на дно морей и океанов. А ведь дно океанов — это очень своеобразный участок биогеносферы, изучение его тоже составляет ближайшую задачу и геологии моря, и, конечно, абиссалогии. Сколько превратны были наши представления об океаническом дне, можно судить хотя бы по тому, что до недавнего времени ученые были уверены, что океаническое дно ровное, плоское, а оно оказалось почти таким же изрезанным, как поверхность суши!

Кристаллические чаши морей и океанов, выстланные илами, населенные различными живыми организмами, образуют еще один природный комплекс — донно-океанический. Под влиянием химических реакций, протекающих в илах (местами илы обладают радиоактивностью), химический состав воды в придонных областях изменяется и, кроме того, наряду с обычной водой там скапливается так называемая тяжелая вода — химическое соединение, очень сильно отличающееся от обычной воды и способное оказывать отрицательное воздействие на жизнь.

В придонных горизонтах океана живут рыбы, в процессе своей жизнедеятельности непосредственно связанные с дном; на поверхности илов обитают своеобразные животные — бесцветные, с приспособлениями для того, чтобы удерживаться на жидких и вязких илах. Толща илов населена животными-илоедами и бактериями. Все животные, населяющие глубины более двух километров, живут в осмосе с внешней средой, то есть имеют проницаемую кожу и давления для них как бы не существует. На глубинах, даже превышающих 10 000 метров, обнаружены голотурии, актинии, морские анемоны, многощетинковые черви (полихеты), некоторые виды моллюсков, ракообразные, погонофоры — недавно открытые, близкие к хордовым. На тех же глубинах в Филиппинской впадине, например, в одном грамме сырого грунта содержатся сотни тысяч и миллионы бактерий! Это позволяет думать, что при незначительной общей массе животных (вероятно, около грамма на квадратный метр) бактерии грунта являются для них значительной кормовой базой.

Дно океанов, разумеется, неоднородно, и по целому ряду признаков можно произвести его районирование. Например, в связи с изменением природных условий в океанах выделяются три глубинные зоны:

- 1) сублиторальная (материковая отмель, до 200 метров).
- 2) батимальная (материковый склон, до 2000 метров),
- 3) абиссальная (до максимальных глубин океана).

При районировании дна океанов учитывается донная морская фация. Наш крупный океанолог М. В. Кленова определяет фацию как «участок морского дна с одинаковыми физико-географическими условиями, исторически сложившимися в процессе геологического развития водоема, и с одинаковым составом флоры и фауны».

Донно-океанический комплекс играет важную роль в круговороте веществ и занимает своеобразное положение среди других комплексов биогеносферы. Дело в том, что в его пределах органические остатки переводятся в неорганические. Это объ-

ясняется особенностями донно-океанического комплекса, в верхних горизонтах которого преобладают окислительные реакции (слой, имеющий кислород), а в нижних — восстановительные (слой, лишенный кислорода). Попадающие в анаэробные условия органические остатки не сгнивают; в этих своеобразных условиях продуктами биохимических процессов являются твердые или коллоидальные тела. В результате перемешивания грунта различными животными граница между окислительной и восстановительной средой нарушается, и поэтому образуются тела, богатые свободной химической энергией. В масштабе всего земного шара процессы, идущие в донно-океаническом комплексе, приводят к накоплению россыпями руд! По словам выдающегося естествоиспытателя В. И. Вернадского, там ежегодно отлагаются миллионы тонн карбонатов кальция и магния, кремнезема, водных окислов марганца, сложных фосфатов кальция (фосфориты) и т. п.

Едва только ученые наладили подводное фотографирование дна океана, как были обнаружены скопления железомарганцевых конкреций. И не какие-нибудь случайные скопления, а огромные участки дна Тихого, Атлантического, Индийского океанов оказались покрытыми сплошными россыпями руд! Их запасы только на поверхности дна определены в 300—350 миллиардов тонн. Содержание железа и марганца в этих рудах достигает 40—60%, и, кроме того, в них содержится кобальт, никель, медь, радиоактивные и различные редкие элементы. Безусловно, что уже сравнительно недалеко то время, когда эти подводные залежи руды приобретут большое практическое значение (США приступили уже к их добыче в Тихом океане).

Итак, море полно тайн. И море зовет — зовет отважных исследователей.

Это произошло здесь...

Мы с вами уже твердо установили, что биогеносфера — это очаг жизни, что жизнь — это лишь этап (огромной важности, конечно!) в развитии биогеносферы, что именно в пределах биогеносферы жизнь развилась от самых простейших форм, от одноклеточных организмов, кусочков протоплазмы, до самых высших, до существ, способных мыслить, до человека; люди венчают этот бесконечно длинный ряд.

Но где именно в пределах биогеносферы возникли высшие формы жизни, возникли мыслящие существа? Можно ли установить?

Да, можно. Давайте действовать методом исключения.

Тропосфера. Воздушные массы. Не подходят ли они? Ответить на этот вопрос не хитро: разумеется, нет, потому что вообщем не существует животных и растений, свойственных только воздушной среде, живущих только в воздухе и никак не связанных с землей или водой. Так называемая аэрофауна, летающие животные практически живут на земле, а в воздух поднимаются лишь в поисках пищи или в случае опасности.

Абиссальная толща океана — область множества неразгаданных тайн. Уж не скрывается ли там ответ на наш вопрос?.. Увы, снова можно с уверенностью ответить, что нет, не скрывается. В условиях вечного мрака, при постоянных низких температурах (а температура воды там, как вы помните, всего 2—4° тепла), бедная количеством особей, да и не очень богатая количеством видов, глубоководная фауна никогда не смогла бы развиться до высокоорганизованных мыслящих существ. Более того, сама глубоководная фауна вторичного происхождения, она сложилась из видов животных, которые опустились в глубину из верхних горизонтов морей и сумели приспособиться к жизни в новых условиях.

Но, может быть, мыслящие существа или хотя бы многие высокоорганизованные животные возникли в прибрежных частях морей и океанов?..

Тут мы уже ближе к истине. Разумеется, человек возник не в море — мы «сухопутные животные» и далеко не все из нас умеют плавать. Но, быть может, не столь отдаленные предки человека, существа уже высокоразвитые, способные сознательно реагировать на многие явления, все-таки вышли из моря? Ведь море, как-никак, колыбель жизни!

Да, море колыбель жизни. Но все-таки водная среда не способна породить существ с очень развитым интеллектом.

Вы спросите — почему?

Потому что она слишком однообразна.

Но здесь я вынужден сделать отступление и рассказать о пространственных фазах эволюции жизни.

В главе «Очаг жизни» говорилось о едином процессе развития биогеносферы как особого явления природы. Однако признание за биогеносферой единого процесса развития не означает, что она развивалась, так сказать, «единым потоком», что процесс развития в равной мере охватывал ее всю, от нижней границы до верхней. Когда говорят о едином процессе развития биогеносферы, то имеют в виду, что все ее составные части как бы обеспечивают возможность этого процесса и все испыты-

вают на себе его влияние. Самый же процесс развития биогеносферы всегда был локализован в пространстве, приурочен к тем или иным ее отдельным частям; иначе говоря, в биогеносфере отчетливо выделяются пространственные фазы эволюции.

После возникновения жизни именно органическая материя стала наиболее полным выразителем эволюционного процесса биогеносферы.

Колыбель жизни, как уже отмечалось,— море, точнее — его прибрежная часть, где осуществлялись самые сложные взаимодействия вещества. Там возникли и существовали первичные организмы, питавшиеся простейшими органическими соединениями, которые как раз и сосредоточивались преимущественно в прибрежных частях морей и океанов. Но живые организмы поглощали органические соединения быстрее, чем они образовывались вновь, и жизнь должна была либо погибнуть, либо освоить иные способы питания. Первой пространственной фазой эволюции и явились прибрежные участки морей и океанов, где жизнь возникла, существовала за счет органических соединений, исчерпала их и перешла к иным способам питания — овладела фотосинтезом.

Овладевшие фотосинтезом живые существа — водоросли — уже не были привязаны к узкой прибрежной зоне и быстро заселили всю поверхность океана; следом за ними покинули прибрежную зону бактерии и животные. Океан в целом стал второй пространственной фазой эволюции; именно там с наибольшим напряжением протекал на ранних этапах истории Земли процесс развития.

Если решающим фактором для первой пространственной фазы эволюции были сложность и многообразие протекавших там процессов, что и обеспечивало возникновение и существование жизни, то для морской или океанической пространственной фазы решающим фактором явилось относительно однообразие внешних условий в водной среде, позволившее организмам захватить огромные жизненные пространства. Не случайно в море возникли все типы животных, вплоть до хордовых, к которым относится и человек. Но противоречивость морской фазы эволюции заключалась в том, что те самые относительно однообразные условия, которые позволили жизни бурно развиваться и окрепнуть, в дальнейшем стали тормозить эволюцию, «балуя» жизнь, приучая организмы к относительно легким условиям существования. Примерно к девонскому периоду палеозойской эры морская пространственная фаза эволюции изжила себя. Для дальнейшего быстрого и разнообразного развития жизни требовались и разно-

образные природные условия. И тогда наступила материковая, или ландшафтная, фаза эволюции.

Ландшафтная?.. А что такое ландшафты?— вправе спросить вы. Уж не те ли пейзажи, которые всем нам приходится частенько видеть? Если так, то при чем тут эволюция жизни, возникновение высокообразованного интеллекта?

Вот это нам и предстоит уяснить в первую очередь. Но не будем спешить и начнем с весьма прозаического вопроса.

Приходилось ли вам копать землю? Наверное, приходилось, а если так, то мы живо уясним, что такое ландшафт и почему в развитии жизни на Земле существует ландшафтный период.

На поверхности Земли, как вы сами великолепно знаете, растут травы, кусты, деревья, по полям и лесам бегают различные животные, птицы перелетают с дерева на дерево, над цветами порхают бабочки, пчелы собирают пыльцу. Жизнь буквально кишит вокруг нас. От поверхности почвы до макушек самых высоких сосен все насыщено жизнью. Выше ее значительно меньше.

Ну, а ниже поверхности почвы? Что делается под пестрым, благоухающим ковром из цветущих трав?

Вот тут и пригодится умение рыть ямы. Сначала лопата с трудом входит в плотный, переплетенный корнями грунт. Это почва. В отвалах земли вы без труда заметите дождевых червей, жуков-чернотелок, белых или желтых личинок. А если вы возьмете щепотку земли, изучите ее, рассмотрите под микроскопом, то убедитесь, что в ней огромное количество бактерий и еще не разложившихся частичек отмерших растений. Почва кишит жизнью, подобно тому, как кишат жизнью верхние горизонты воды в зоне фотосинтеза.

Но если мы начнем рыть дальше, выроем яму глубиной метра в два, то такого количества жизни мы там уже не обнаружим. А если мы рассмотрим склон карьера, глубиною в несколько десятков метров, то убедимся, что корни даже самых высоких и могучих деревьев не проникают в грунт глубже чем на 30 метров. Да и самый грунт там изменяется: все больше и больше попадает твердых, не растрескавшихся, не испытывавших на себе влияния зноя и мороза горных пород. Там кончается кора выветривания, то есть слой горных пород, испытывающий на себе влияние внешних условий.

Что же представляет собой этот тонкий слой, тонкая пленка у поверхности материков, мощность которой едва достигает 70—80 метров?

Это — слой максимальной концентрации жизни на суше, и называют его в физической географии ландшафтным слоем, или,

точнее, ландшафтным природным комплексом. Изучает его географическая наука — ландшафтоведение.

В настоящее время ландшафтный природный комплекс — это самая сложная часть биогеносферы. Описывая ее другие части, мы всегда упоминали компоненты, их слагающие. Можете перевернуть несколько страничек назад, просмотреть соответствующие места книги, и вы убедитесь, что природные комплексы включали далеко не все компоненты, которые вообще принимают участие в строении биогеносферы. Например, зону фотосинтеза в океанах слагают шесть компонентов: вода, солнечная радиация, воздух, растительность, животные и бактерии. А ландшафтный комплекс слагают все восемь компонентов: горные породы, солнечная радиация, вода, воздух, растительность, почвы, животные и бактерии.

Итак, ландшафтный комплекс — слой максимальной концентрации жизни на суше; практически почти вся жизнь сосредоточена в его пределах. Особенно велика масса растительности: она в сотни и даже тысячи раз превышает массу животного вещества в море. Корнями растений переплетен буквально весь ландшафтный комплекс. Вы убедитесь в этом, если я приведу вам почти фантастические, на первый взгляд невероятные, цифры: ученые подсчитали, что у одной особи ржи общая длина корней и корневых волосков может достигать 11 000 километров! Не подумайте, что тут описка. Четырех экземпляров ржи достаточно, чтобы корнями и корневыми волосками опоясать весь земной шар по экватору.

Но каковы условия существования жизни на суше, в пределах ландшафтного комплекса? Надо признать, что они очень суровы (если взять всю Землю в целом) и, главное, крайне разнообразны.

Начнем с того общеизвестного факта, что Земля имеет шарообразную форму и, следовательно, солнечные лучи подходят к ее поверхности под разным углом: у экватора падают отвесно, а у полюса скользят по поверхности, и поэтому одни участки Земли в течение года получают больше тепла, другие меньше. В этом и заключается главная причина того, что на земном шаре возникли ландшафтные зоны, обширные территории со сходными природными условиями. Возникновение зон зависит и от количества влаги, рельефа и других условий, но первопричина все-таки заключается в широтном перераспределении солнечного тепла по земной поверхности.

Я думаю сейчас, как мне написать о зонах. Я видел земной шар примерно от 71° с. ш. до 18° ю. ш. и, таким образом, побы-

вал во многих ландшафтных зонах. Вероятно, поэтому стоит совместить строгие научные данные с личными впечатлениями.

К великому моему сожалению, я до сих пор не был непосредственно в зоне арктических пустынь, или в ледяной зоне, как ее еще называют, но все-таки могу судить о ней, потому что в тундровой зоне поднимался на горные вершины (читайте ниже!) — и видел, например, птичьи базары, столь характерные и для зоны арктических пустынь.

Итак, несколько строгих фактов. Зона арктических пустынь занимает большинство крупных островов Северного Ледовитого океана, а на материке — район мыса Челюскин на полуострове Таймыр. Там царят очень суровые природные условия. Климат холодный, арктический. Даже в летние месяцы выпадает снег, а температура самого теплого месяца близка к 0° и, как правило, не превышает 2—3° тепла. На многих островах есть ледники. Осадков выпадает немного — каких-нибудь 200—250 миллиметров в год, но и они не успевают испариться. Из-за низких температур очень скудна растительность, но зато представлена она видами, способными жить и цвести рядом с вечным льдом! Нет там ни деревьев, ни кустов; встречаются лишайники, мхи, а из цветов — камнеломки, лютики, полярный мак и некоторые другие. Почвы в зоне арктических пустынь маломощные, а грунт скован вечной мерзлотой. Водятся в зоне арктических пустынь песцы, лемминги, пеструшки, встречаются северные олени, много птиц, добывающих пищу в море.

...Много птиц, добывающих пищу в море, — только что написал я. Мне все-таки довелось видеть птичьи базары на Чукотке. Ну, как бы поточнее их представить? По-моему, положение дел на птичьем базаре точнее всего можно выразить весьма и весьма бытовым словом «не протолкнуться». Освоен каждый крохотный выступ скалы, самки сидят на гнездах чуть ли не вплотную. Энтузиаст-орнитолог, попавший на птичий базар в черном костюме, возвращается в белом — дождь помета вносит свои коррективы... Но мне особенно запомнился птичий базар, освещенный лучами низкого полярного солнца: как мириады пылинок носятся в солнечном луче, ворвавшемся в квартиру, так и мириады птиц мельтешили в косых полярных лучах у отвесных скал.

Я только что оговорился, что видел птичьи базары не в арктической зоне. Я видел их в тундровой зоне, которая расположена южнее. Если бы я стремился только к контрастному описанию природных условий на суше, то фантазия перенесла бы меня сейчас куда-нибудь в тропики... В тропиках мы еще побы-



ваем, но я хочу показать и постепенность перехода в природе. Впрочем, начну с лирической картинки.

...Дальний Восток. Чукотка. Район бухты Угольной. Начало лета в тундре, и я иду в глубь материка. Повсюду вокруг цветы распластанной по земле куропаточьей травы. Небольшие кожистые кустики рододендронов выбросили кисти нежных желтых, похожих на орхидеи, цветов. На склонах — черная ольха. На карликовых ивах и березках серебрятся и зеленеют сережки. В низинах, на болотах, легкий ветерок колышет ватные головки зацветшей пушицы... Итак, уже не только лишайники и камнеломки (а их тоже много в тундре), но и кустарники.

Впрочем, перейдем от лирики к более строгому описанию. Что же такое тундровая зона? Прежде всего, где она расположена? Занимает тундра преимущественно побережье Северного Ледовитого океана, хотя выходит и на побережье Тихого, а в Америке и Атлантического. Климат ее несколько теплее, чем в арктической зоне, и средние температуры самого теплого месяца колеблются от $+5$ до $+10^{\circ}$, а местами поднимаются и до $+12^{\circ}$. Количество осадков изменяется от 400 миллиметров в Европейской части до 200—450 в Восточной Сибири и 300—500 миллиметров на Дальнем Востоке. Широко распространены болота, и почти повсюду встречается вечная мерзлота. Древесной растительности почти нет, но все-таки кое-где по долинам рек встречаются лесные участки. Наиболее типичны мохово-лишайниковые растительные ассоциации, а также кустарниковые (карликовые березы, ивы, на востоке — кедровый стланик) и болотные (пушица, осока). Характерны глеевые почвы. Водятся песцы, пеструшки, лемминги, северные олени, волк, заяц-беляк. И конечно, многочисленны перелетные водоплавающие птицы, а также встречаются тундряная и белая куропатки, полярная сова. Исключительно много (так же как и в лесотундре, и в тайге) кровососущих насекомых — комаров, мошек, оводов.



А теперь, чтоб не перегружать текст подробностями, могущими увести от основной темы, перейдем, минуя лесотундровую зону, сразу к лесной.

Совсем другие условия в лесной зоне. Климат там умеренный. Зима холодная, местами холоднее, чем в Арктике, но зато лето теплое, до $+20^{\circ}$ и больше. В отличие от предшествующих зон, растут здесь густые, нередко труднопроходимые леса из ели, лиственницы, пихты, березы, осины, а на юге — из дуба, липы, бука, граба и других древесных пород. Животный мир значительно разнообразнее. Тут водятся и таежные животные — бурый медведь, рысь, россомаха, соболь, бурундук, лось, марал, и животные широколиственных лесов — лесная куница, лесной кот, благородный олень; в смешанных лесах Дальнего Востока обитают тигр, черный медведь, барс, красный волк и многие другие.

А теперь — читайте и вслушивайтесь в музыку знакомых со школьной скамьи слов:

«Степь, чем далее, тем становилась прекраснее. Тогда весь юг, все то пространство, которое составляет нынешнюю Новороссию, до самого Черного моря, было зеленою, девственною пустынею. Никогда плуг не проходил по неизмеримым волнам диких растений. Одни только кони, скрывавшиеся в них, как в лесу, вытоптывали их. Ничто в природе не могло быть лучше их. Вся поверхность земли представлялась зелено-золотым океаном, по которому брызнули миллионы разных цветов. Сквозь тонкие, высокие стебли травы сквозили голубые, синие и лило-

вые волошки; желтый дрок выскакивал вверх своею пирамидальною верхушкою; белая кашка зонтикообразными шапками пестрела на поверхности, занесенный бог знает откуда, колос пшеницы наливался в гуще. Под тонкими их корнями шныряли куропатки, вытянув свои шеи. Воздух был наполнен тысячею разных птичьих свистов. В небе неподвижно стояли целою тучею ястребы, распластав свои крылья и неподвижно устремив глаза свои в траву. Крик двигавшейся в стороне тучи диких гусей отдавался бог знает в каком дальнем озере. Из травы подымалась мерными взмахами чайка и роскошно купалась в синих волнах воздуха. Вон она пропала в вышине и только мелькает

одною черною точкою. Вон она перевернулась крылами и блеснула перед солнцем. Черт вас возьми, степи, как вы хороши!»

Вот так представлял себе степь — степную зону наш великий писатель Гоголь. Не все правильно с точки зрения натуралиста в его описании, но картина в целом, безусловно, схвачена верно.

Между лесной и степной зонами есть еще переходная зона — лесостепь. Лесостепь мы, для краткости, пропустим, а теперь, перейдя от поэзии к прозе, охарактеризуем степную зону более точным и — увы! — более скучным образом.

Итак, степная зона отличается сухим континентальным климатом с жарким летом: средняя температура июля 21—23° тепла. Количество осадков уменьшается от 450 миллиметров в год на севере, до 250 миллиметров на юге. Кроме того, наблюдается уменьшение их и с запада на восток (в пределах Советского Союза). Растительность преобладает травянистая, состоящая главным образом из злаков (различные виды ковылей, типчак, тонконог). На севере к злакам примешивается луговое разнотравье, на юге — полынь. Нередки заросли степных кустарников (бобовник, чилига, степная вишня, терн). Разреженная древесная растительность приурочена к поймам





рек, склонам речных долин, балкам. Почвы — черноземные и темно-каштановые, встречаются солонцы и солонцеватые почвы. Из животных водятся различные грызуны, антилопы; из птиц — дрофа, стрепет, степная пустельга, орлы; из хищных — лисица-корсак, барсук, хорек. Сравнительно многочисленны пресмыкающиеся и насекомые, особенно саранчовые.

Ныне на всем земном шаре степная (и лесостепная) зоны — самые освоенные, обжитые. Нарисованные выше картины скорее восстанавливают прошлое, чем воспроизводят настоящее с его бескрайними полями пшеницы, кукурузы, подсолнечника, бахчевых культур. Но такова в данном случае наша задача — показать разнообразие исходных природных условий на поверхности земного шара.

Совсем не похожа на предыдущие зоны ландшафтная зона пустынь, расположенная в нашей стране южнее степей. Климат там крайне засушливый, с холодной зимой и жарким, знойным летом. Осадков выпадает примерно столько же, сколько в зоне арктических пустынь, но о болотах и речи быть не может, потому что вся эта вода моментально испаряется: средние температуры июля достигают в пустынях $27-32^{\circ}$ жары, а песок в иные дни раскаляется до 70° ! Растительность пустынь скудна, но это объясняется не температурными условиями, как в арктических пустынях, а недостатком влаги. Растет там своеобразное дерево без листьев — саксаул, кустарники жузгун, песчаная акация, эфедра, различные полыни, злаки. Своеобразен животный мир. Из млекопитающих водятся антилопа джейран, барханный и пятнистый кот, песчанки, тушканчики. Но особенно характерны для пустынь различные пресмыкающиеся — змеи и ящерицы.



Пустыня... Это ведь от слова «пусто», то есть бедно, пусто в кармане, пусто в закромах — говорим мы или говорили наши предки. Что же, пустыня действительно «пуста», бедна?.. Все в мире, особенно в таких оценках, относительно. Говорим мы и об арктической пустыне, и об океанских пустынях где-нибудь в полосе экваториальных штилей, говорим и о лесной пустыне непроходимых влажных тропических лесов... В одном случае она бедна водою, в другом, наоборот, воды много, но не хватает чего-то еще, а в третьем — и воды, и тепла, и растений, и животных — всего в изобилии, но человеку там худо, людей там мало, и вот опять — пустыня.

Согласимся с условностью названия зоны. Но обращу внимание на тот факт, что наши среднеазиатские пустыни — роскошный сад по сравнению с пустынями тропическими. У меня есть счастливая возможность это утверждать, потому что видел я и Каракумы, и Кызылкум, и гипсовую — «кыр» — пустыню Устюрта в Азии, и, кроме того, Ливийскую и Аравийскую пустыни в Африке.

В первый свой очень кратковременный, к сожалению, приезд в Египет — в Асуан я использовал малейшую задержку в пути, чтобы убежать в сторону от шоссе и найти хотя бы одну живую былинку. Я не нашел ни одной, хотя знал, что они должны быть, что пустыня не мертва...

Примерно через полгода я вновь вернулся в Асуан. У здания нашего консульства мы встретили строителей, проработавших в Асуане года четыре и теперь собиравшихся возвращаться домой. Мы спросили, сколько дождей было в Асуане за время их работы, и строители заспорили — один утверждал, что три, другой — что четыре, но все весело вспоминали, как, спрятавшись под деревьями, вышли из-под них черными: дождь смыл на

спрятавшихся многолетнюю пыль. И еще вспоминали панику заведующих складами: крыш, за отсутствием дождей, на складах в Асуане не делали, и вдруг — дожди!

Имея теперь в запасе больше времени, я совершил несколько коротких маршрутов в Ливийскую и Аравийскую пустыни, благо разделены они всего лишь Нилом. Я нашел растения и в той и в другой пустыне, я видел шакалов и фенеков, видел коршунов и более мелких хищных птиц, энергично атаковавших меня, когда я занял какое-то излюбленное ими место. Но мне приходилось именно и с к а т ь растения, затрачивая на это много усилий, заранее определяя наиболее подходящие для поисков места. В Ливийской пустыне, в которой у Нила преобладают пески, я нашел даже тростник.

Совсем иное — наши пустыни. Они — как цветущий сад, и только глинистые участки — такыры — выглядят действительно пустыми, безжизненными, хотя последнее, очень принятое, выражение неточно (даже на такырах много водорослей, бактерий и т. п.).

А теперь перенесемся еще дальше на юг, в тропические леса, минуя обширные саваны... Я видел с самолета наши хвойные леса. Мне казалось, что множество темно-зеленых пирамидок тесно поставлено друг к другу; лиственные леса предстали курчавыми зелеными облаками, в них есть что-то легкое. Тропический лес с воздуха я увидел впервые, подлетая к городку Нзерекаре в Гвинейской Республике. Я долго смотрел вниз, пытаюсь как-нибудь выразить в словах то, что видел, и не смог найти лучшего сравнения: под нами были как бы плотно уложенные тугие кочаны темно-зеленой цветной капусты, зеленью было буквально забито все. В зоне влажных тропических лесов солнце, нагревая землю, гонит вверх все новые и новые массы воздуха, вызывая почти ежедневно зенитальные дожди. Там всегда много влаги, в год в среднем выпадает 2000—3000 милли-





Л. С. Берг

метров осадков, много там тепла. Температура круглый год держится около 25—27° жары. Поэтому леса чрезвычайно богаты видами — их такое количество, что почти невозможно встретить рядом два одинаковых дерева. Деревья перевиты лианами, которые, так же как кроны деревьев, жадно тянутся вверх, к солнцу, а внизу, у земли, царит влажный душный полумрак. Растут в экваториальных лесах такие, например, не свойственные нашим краям деревья, как пальмы; водятся обезьяны, в том числе человекообразные, и многие другие животные, о которых мы только читали.

Видите, как контрастны земные условия! Мы с вами очень коротко познакомились лишь с несколькими зонами, а их на суше значительно больше. Крупный советский ученый Лев Семенович Берг выделял на земном шаре тринадцать зон. Вот они:

- 1) влажных тропических лесов;
- 2) тропического лесостепья;
- 3) тропических степей;
- 4) тропических пустынь;
- 5) субтропических лесов;
- 6) пустынь умеренного климата;
- 7) полупустынь;
- 8) средиземноморская;
- 9) степей;
- 10) лесостепья;
- 11) лесов (умеренного климата);
- 12) тундры;
- 13) арктических пустынь (или ледяная).

Сейчас в научной литературе наметилась определенная тенденция к увеличению, так сказать, количества зон (например, влажные тропические леса и леса с сухим и дождливым сезонами — это разные ландшафтные зоны, не учтенные Л. С. Бергом, и т. п.). Выделяются природные зоны и в океане. Но бесспорным остается положение: по разнообразию природных условий ландшафтный комплекс занимает первое место среди прочих частей биогеносферы.

...Одно из моих самых ярких по контрастности впечатлений, вынесенных из путешествия по Восточной Африке, — это снега

Килиманджаро над саванной. Вечером минувшего дня мы ездили по этой самой саванне. Львы неохотно уступали дорогу машине, жирафы, вытягивая и без того длинные шеи, издалека подозрительно поглядывали на нас, зебры, сердито размахивая хвостами, отбегали подальше от шоссе, а удивительно грациозные и красивые антилопы импалу, не обращая на машину никакого внимания, продолжали спокойно пастись среди редких колючих акаций.

Короче говоря, все было как во «всамделишной», словно из географических учебников, Африке.

Но вот самолет, поднявшись с аэродрома в Найроби, столице Кении, взял курс на Момбасу, к берегу Индийского океана, и почти тотчас впереди возник синий, с резкой белой полосой поверху, конус Килиманджаро — высочайшей вершины Африканского континента. А внизу все тянулась саванна, и чуть приподнимались над нею дымки пожаров, и бродили там львы и антилопы. Ждала нас жаркая влажная Момбаса с густыми мангровыми лесами, с рощами кокосовых пальм. А сейчас на уровне глаз — ледяная шапка Килиманджаро и ледники-сосульки, спускающиеся по синему склону. Ну не чудо ли?

Не чудо, разумеется. Природные условия на суше изменяются не только с севера на юг, но и с увеличением высоты местности. Не всем, конечно, довелось видеть снега Килиманджаро или хотя бы розоватые в утренних лучах, чуть отливающие голубизною в дневные часы ледники Тянь-Шаня, Памира... Но что с высотой в горах становится холоднее, слышали, очевидно, все. Во всяком случае, никого не удивит при описании гор рассказ о лесах у подножья и альпийских лугах на высоте в 2000—3000 метров. И все-таки очень немногие могут правильно ответить на вопрос: почему, собственно, чем выше, тем холоднее? Меньше греет солнце?

Наоборот, с высотой возрастает интенсивность солнечной радиации и горное солнце обжигает кожу, как тропическое, даже сильнее. И все-таки — внизу леса, наверху — ледники...

Прежде чем разбираться в этой странности, произведем небольшую математическую — правда, на словах — прикидку. Представьте себе равнину размером, скажем, в один квадратный километр (размер роли не играет). Теперь мысленно разместите на этой равнине, не выходя за ее пределы, горы с крутыми склонами, ущельями. Основание этой горной страны будет, естественно, равновелико равнине, но площадь поверхности гораздо больше, и, чем расчлененнее рельеф, тем больше эта разница. А поток солнечной энергии, который раньше падал на



равнину, остался прежним. Только распределяется он теперь на значительно большую площадь. Значит, каждая единица поверхности на равнине получала тепла больше, чем такая же единица поверхности в горах. Ну, а ночью с большей площади и теряется больше тепла путем излучения. Вот почему в горах в принципе всегда прохладнее, чем на равнине.

Но это общее положение еще не объясняет причин возникновения высотной поясности, которая прослеживается всюду, кроме высокой Арктики и Антарктики.

Подсчитано, что интенсивность солнечной радиации в горах возрастает на 10% на каждую тысячу метров. Объясняется это в первую очередь тем, что с высотой воздух становится чище и прозрачней и те примеси, которые в приземных слоях на равнинах рассеивают солнечные лучи, в горах не мешают им доходить до почвы, до грунта.

Но почему же тогда чем выше, тем холоднее?

А вот почему: в горных странах с высотой быстрее, чем на протяжении приходящей солнечной радиации, возрастает излучение с поверхности Земли, и в итоге это приводит к понижению температуры и, следовательно, к высотной поясности.

Но почему излучение превышает приход? И это известно. Роль «меха» в «голубой шубе Земли», как вы, наверное, помните, играет углекислый газ. А по мере подъема вверх количество его в атмосфере уменьшается. Стало быть, прозрачная атмосфера больше пропускает к поверхности земли солнечной энергии, но не может сохранить полученное тепло, теряет его больше, чем сама же пропускает. В конечном итоге это и приводит к тому, что с высотой температура понижается.

С этим сложным явлением не надо путать понижение температуры с высотой при подъеме, скажем, воздушного шара. Здесь — иная причина. Дело в том, что воздух нагревается не сам по себе, а от поверхности земли уже усвоенным почвой теплом. Но чем дальше (или выше) от «печки», тем, естественно, холоднее.

И еще одно замечание. Случается, что в книгах о природе земного шара сравнивают широтную зональность с высотной



поясностью. Повод для такого сравнения есть, потому что в природных особенностях, допустим, таежной подзоны и таежного пояса в горах есть общие черты. Не надо только это сравнение доводить до крайности и утверждать, что высотные пояса — копии соответствующих зон. Этого не следует делать, во-первых, потому, что разные причины приводят к возникновению зональности и поясности (в первом случае первопричина — шарообразность планеты и наклон солнечного луча), а во-вторых, потому, что горные пояса при резком расчленении рельефа и повышенной динамичности почти всех процессов все-таки отличаются от равнинных зон. Они — как бы их аналоги, но не копии.

Вернемся теперь к самим высотным поясам. Количество поясов, так сказать их «набор», всегда зависит от той зоны, в которой находится основание горной страны. Именно по этой причине и нет высотных поясов в пределах зоны арктической или антарктической пустыни.

В зоне тундры уже возможен верхний пояс высокогорных (арктических) пустынь. В лесной зоне, в тайге вершины гор заняты гольцовым (безлесным) поясом. А в горах Средней Азии выделяют:

- 1) пустынный высотный пояс;
- 2) полупустынный высотный пояс;
- 3) пояс сухих степей;
- 4) лесо-лугово-степной пояс;
- 5) субальпийский пояс;
- 6) альпийский пояс;
- 7) вечные снега.

Иным будет «набор» поясов, скажем, в Африке. Вечные снега венчают Килиманджаро, а выделяют там такие пояса:

- 1) сухую степь;
- 2) саванну и редколесье;

- 3) вечнозеленый тропический лес;
- 4) субальпийские луга;
- 5) альпийские луга;
- 6) вечные снега.

Распределение высотных поясов зависит от особенностей и количества осадков. Встречая на своем пути горный хребет, воздушные массы, стремясь преодолеть его, начинают подниматься. Поднимаясь, они охлаждаются, влагоемкость их понижается, и лишняя влага выпадает в виде дождя или снега. Но дожди особенно обильны не при начале подъема и не в конце его, а где-то в средней части, обычно на высоте 2000—3000 метров. Поэтому там и располагаются более влаголюбивые, чаще всего лесные пояса. Причем на наветренном склоне хребта они могут быть, а на противоположном — подветренном — отсутствовать, потому что подветренный склон оказывается в так называемой «дождевой тени» и осадков получает очень мало.

На суше, в пределах ландшафтного комплекса, природные условия заметно изменяются на одной и той же широте. Это зависит, например, от такого фактора, как близость моря. Скажем, для Ленинграда характерно нежаркое, часто пасмурное, с дождями лето и нехолодная зима, с оттепелями, снегопадами. На той же широте в Якутии лето яркое, теплое, но зима настолько суровая, что морозы достигают 50° , а в некоторые дни столбик термометра опускается и значительно ниже. В океанах тоже на одной широте может быть разная температура воды (это зависит от комбинации холодных и теплых течений), но таких резких контрастов, как на суше, вы нигде не найдете.

Но что особенно отличает океанические условия от материковых — это резкие изменения температуры для большинства районов Земли по сезонам и в течение суток. Даже в замерзающих морях температура воды зимой держится около 0° , а летом поднимается до 14 — 16° . В тех же районах на суше она зимой может опускаться до 40° мороза, а летом подниматься до 30° жары. Летом за ночь море остывает на 3 — 4° , а на суше, особенно в пустынях, ночные температуры бывают ниже дневных примерно на 20° . В распределении температуры в горах, а следовательно и растительности, большое значение имеет экспозиция склонов. В южной Сибири на сравнительно небольшой сопке часто можно увидеть такую картину: на северном склоне растет лес, а на южном — степная растительность. Объясняется это тем, что южный склон получает значительно больше тепла, чем северный. Наконец, при недостатке влаги многое зависит от характера грунтов. В пустынях различают песчаные, глинистые

и каменистые участки. Лучше всего сохраняют то небольшое количество влаги, которое все-таки выпадает в пустынях, пески; на них богаче и растительность. В южных горных районах нашей страны в трещиноватых гранитах больше скапливается воды, чем в плотных песчаниках. Поэтому на гранитах растут леса, а на песчаниках степные травы.

Все эти факторы в своей совокупности и приводят к тому, что поверхность суши, ландшафтный комплекс, подразделяется на множество мелких «клеточек», каждая из которых заметно отличается от соседних. Вот такие «клеточки» и называют географическими ландшафтами. Лес на гранитах и степная растительность на песчаниках в ущелье Терской-Алатау — это два разных ландшафта. Барханные пески с белым и черным саксаулом, с песчаной осокой, злаком селин и глинистые участки с полынью, солянками — два ландшафта пустынь. В Подмосковье березовая роща, ельник и сосновый бор со своими почвами, своим микромиром и т. п. — это тоже три разных ландшафта.

Итак, нельзя не согласиться с тем, что на поверхности материков физико-географические условия значительно контрастнее и разнообразнее, чем в открытом море.

В те далекие времена, когда жизнь на земном шаре развивалась только в море, а суша была пустыня и мертва, особую роль сыграла... Луна. Да, не будь у Земли этого спутника, эволюция жизни на Земле могла бы пойти иначе, и уж по крайней мере замедлилась бы. Не удивляйтесь, хоть это на первый взгляд и странно. Дело в том, что приливы и отливы в океанах и морях объясняются в первую очередь лунным притяжением. А что происходит при отливах? Обнажаются огромные участки морского дна, и вся живность, обычно обитающая в воде, оказывается на суше.

В приливо-отливной полосе жизнь готовилась к переходу из водной среды в сухопутную, проходила первую закалку.

Разумеется, это была очень жестокая закалка, и огромное количество животных при этом гибло. Но все-таки нашлись такие животные, которые привыкли к столь резкой смене условий. Так сло-



жила литоральная фауна, фауна, способная на некоторое время покидать водную среду. Сложилась и литоральная флора. Они-то и «выдвинули» из своих рядов пионеры заселения суши. Не будь Луны, граница между океаном и сушей была бы значительно стабильнее. Вот почему жизнь на Земле многим обязана нашему скромному спутнику Луне.

А можно ли сегодня увидеть пионеров заселения суши?

Во-первых, литоральная фауна и флора отнюдь не стали в видовом отношении беднее с тех пор, как пионеры перебрались из воды на сушу: всюду, где есть приливо-отливные колебания, есть и литоральная живность. Вообще, она богаче в умеренных и бореальных морях, где не такое обжигающее солнце, как в тропических.

Во-вторых, и сегодня можно увидеть водных животных, решительно штурмующих материки. Я имею в виду рыб, о которых, наверное, многие слышали, — илестых прыгунов, но мне хочется сейчас воспроизвести обстановку, в которой я сам познакомился с ними.

Будучи в Гвинее, мы однажды отправились в рыбацкую деревушку Канере. Для меня она имела особое значение — впервые мне предстояло увидеть мангровые ландшафты, сформировавшиеся в тропиках в приливо-отливной полосе. Мангровые ландшафты в принципе схожи повсюду в тропиках, и мне предстояло увидеть нечто типично тропическое, а это очень привлекало меня.

Улучив подходящую минуту, я вышел из деревни на берег океана.

Есть всего несколько видов деревьев, которые выдерживают систематическое погружение в океанскую воду. Это прежде всего разные виды ризофоры и авиценнии, причем ризофора обычно образует первый пояс растительности, а авиценния — второй.

Приблизившись к берегу, я увидел, что всюду наступает прилив и низкие серые волны наплывают на низкий илистый берег, заросший невысокими деревьями. Но внимание мое привлекают сначала не сами деревья, а сложное сплетение корней над грунтом и торчащие из ила остроконечные копыя. Мангровые деревья живут в сложных условиях: дважды в сутки заливают их океан, волны и реки заносят илом, и, чтобы устоять под ударами волн, чтобы не задохнуться в илистом грунте, деревьям приходится принимать «меры предосторожности». К их числу и относятся, в частности, корни-подпорки ризофоры и прямостоящие дыхательные корни авиценнии. Если первые позволяют ризо-

форе прочно держаться на зыбком грунте, то вторые служат своеобразными дополнительными «легкими» авиценнии: без них дерево задохнулось бы, погибло.

Пользуясь тем, что океан еще не залил весь берег, я влезаю в мангровую чашу. Мне удается разыскать только что высунувшееся из ила, всего с тремя листиками, деревце ризофоры, видимо совсем недавно упавшее с ветки. Ризофора — дерево, так сказать, «живородящее», семена прорастают прямо на ветках, а затем падают, вонзаются в грунт острым корнем и тотчас начинают расти. Потом я нахожу раков-отшельников в длинных коричневых раковинах и, когда нагибаюсь за ними, с удивлением обнаруживаю, что какие-то маленькие странные серые существа, подобно кузнечикам, скачут у меня под ногами. Присматриваюсь — и вот уже вижу на уровне своей головы на корнях ризофоры рыбку с большими выпуклыми глазами, крепкими грудными плавниками-ножками, которая ловко схватывает насекомое.

«Так это же илистый прыгун!» — запоздало спохватываюсь я. Как же можно было забыть эту чудесную рыбку, живущую почти все время на деревьях и задышающую в воде после двух-, трехчасового пребывания в ней?

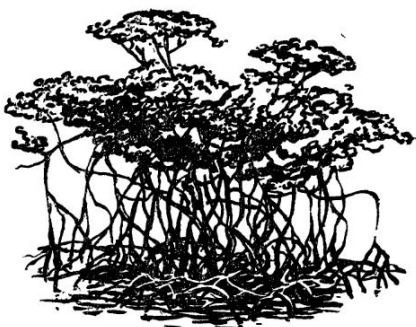
«Но простите, — вправе остановить меня читатель. — Кто и что заселяет? Деревья — океан или рыбы — сушу?»

А я с удовольствием повторю фразу, которая давно уже могла примелькаться: вот как все сложно в биогеносфере! Действительно, появившиеся на суше деревья захватывают прибрежную зону океана, а возникшие в море рыбы выползают на сушу!

Но прообразом пионеров, заселивших сушу, является все-таки илистый прыгун, хотя в древнейшие времена первыми на сушу выползли беспозвоночные.

Выйдя на сушу, жизнь попала в неизмеримо более суровые и изменчивые условия и стала активно приспосабливаться к этим условиям, бороться за существование. Тут уж не было места «изнеженным», «избалованным» — выживали сильнее, и эволюция жизни на Земле пошла значительно быстрее.

Развитие жизни обычно изображают в виде генеалогического древа, на котором от одного ствола тянутся вверх и в стороны



ветви, обозначающие классы, семейства, роды животных. Низко расположенные «ветви» этого «древа» соответствуют низшим ступеням развития жизни, высоко расположенные — высшим.

Так вот это «древо» можно разрезать примерно пополам, и нижняя часть тогда будет соответствовать морскому этапу в развитии жизни, а верхняя — ландшафтному. Все типы животных, вплоть до хордовых, возникли в море, но все высокоорганизованные, все самые сложные живые организмы, абсолютно все млекопитающие появились на суше. Многие ихтиологи, специалисты по рыбам, утверждают, что и рыбы возникли в водоемах суши, а потом уж заселили море. Пусть это спорно, но видите, какое большое значение придается в науке ландшафтному этапу развития жизни!

В борьбе за существование на суше, приспособляясь к суровым условиям, бесследно погибли сотни тысяч видов, но зато в конце концов возникли разумные, мыслящие существа, и они победили, потому что разум оказался наиболее действенным, могучим орудием в борьбе с природой.

Наши далекие предки, перволюди, появились около миллиона лет назад, в самом начале четвертичного периода — его даже теперь предпочитают называть «антропоген», то есть геологический период, в который возник человек. Период этот продолжается до сих пор. Но, по данным географии и геологии, природные условия на Земле никогда не были так разнообразны, как в четвертичный период. Совпадение это, разумеется, не случайное.

Теперь на поставленный в самом начале этого раздела вопрос мы с вами можем окончательно ответить: в пределах биогеносферы высшие формы жизни, мыслящие существа, возникли в ландшафтном природном комплексе — тонком слое, выстилающем поверхность материков, архипелагов и даже отдельных маленьких островков. Ландшафтный комплекс — родина мыслящих существ. И до сих пор он является местом самого напряженного проявления жизненных сил нашей планеты, местом бурной жизнедеятельности.

Закрытая книга

Знакомясь с общими проблемами физической географии, мы с вами не раз обращались к истории, к отдаленным периодам в развитии нашей планеты, биогеносферы. Но откуда ученые берут сведения о давно минувших временах?..

Достают из-под земли.

Между прочим, это совершенно точно. Из земли или из-под земли, но так или иначе до них приходится докапываться в буквальном смысле слова. Есть у нас на планете такая «закрытая книга» с плотно слежавшимися страницами. Очень неудобно читать ее, потому что нельзя перевернуть страницы, но все-таки кое-что рассмотреть удастся.

«Книга» эта лежит у нас под ногами и скрыта ландшафтным природным комплексом. Только уголкам отдельных ее страниц удастся высунуться на свет божий. Их и читают в первую очередь.

Но давайте сначала разберемся, что это такое с природной точки зрения.

Мы уже знаем, что почти вся жизнь, почти все солнечное тепло сконцентрированы у поверхности материков до глубины нескольких десятков метров.

А что находится глубже?.. Ниже лежит эта самая «закрытая книга», называемая литосферным комплексом или стратисферой. Мы уже говорили, что она простирается на 5—6 километров вниз, где и кончается биогеносфера. Что же представляет собой эта, еще не описанная нами часть биогеносферы?

Если для океана характерно, что он прежде всего «состоит» из воды, то для литосферного комплекса характерно, что он прежде всего сложен горными породами, к которым присоединяются вода, бактерии, а в крупных полостях воздух (в других местах газы) и даже животные и растения, хотя их значение для литосферного комплекса невелико. Сложен весь литосферный комплекс преимущественно осадочными породами, то есть в первую очередь глинами и глинистыми сланцами, песчаниками, конгломератами, известняками и т. п., но есть также изверженные и метаморфические породы (андезиты, базальты, липариты, кристаллические сланцы, гнейсы, мраморы, кварциты и т. п.).

В количественном отношении по объему среди осадочных пород заметно преобладают глины и глинистые сланцы, затем идут песчаники и известняки. Средний удельный вес горных пород литосферного комплекса 2,5. Давление и температура в пределах его еще таковы, что не вызывают значительных изменений в горных породах, их метаморфизации (метаморфизованные породы поступают в литосферный комплекс из более глубоких слоев земного шара).

Ранее считалось, что только верхние горизонты литосферного комплекса (до глубины 500—700 метров) расчленены густой сетью трещин, по которым проникают воздух и вода. Глубокие

бурение заставило в корне пересмотреть эти представления: литосферный комплекс оказался природным явлением гораздо более сложным, чем думали еще 15—20 лет назад. Например, в Австралии при бурении на глубине около 3000 метров было открыто гигантское пресное «море». В Казахстане обнаружены подземные «моря», соразмерные с Аральским морем. Колоссальный водный бассейн находится под Западно-Сибирской низменностью. Даже одна из самых грозных пустынь мира — Сахара — как оштукатуренный сухой штукатуркой потолок висит над грандиозным водным бассейном.

Эти, казалось бы, сугубо практические открытия (воду, как вы понимаете, ищут в пустынях не с научной целью) позволяют нам уже серьезно поставить вопрос о вероятном сложном влиянии литосферного комплекса на ландшафтный и даже на процессы, происходящие в атмосфере.

Когда советский лайнер ИЛ-18 вылетает на Родину из столицы Республики Мали Бамако, он сначала летит на северо-восток, пролетает над древним африканским городом Тимбукту, затем поворачивает на северо-запад и берет курс на соляные копи Таудени, на столицу Марокко город Рабат. Самолет вылетает утром, и пассажирам его предоставляется полная возможность любоваться Сахарой.

С воздуха Сахара кажется безжизненной, хотя там есть своя, не слишком богатая жизнь. В памяти остаются красно-оранжевые полосы песка, разделенные черными ребристыми грядами скал.

...Однажды отряд французской кавалерии шел по малоисследованному району Сахары, которая в то время входила в состав колониальной французской империи. Неторопливо, почти торжественно вышагивали верблюды, на которых восседали утомленные зноем и однообразием кавалеристы; изо дня в день — одно и то же: то каменистая пустыня гаммада, то пески, то снова гаммада. Местность вдруг стала пересеченней и разнообразней, чем раньше: выше скалы, глубже ущелья. И в одном из ущелий французы с удивлением обнаружили многочисленные наскальные рисунки — фрески.

Вторая мировая война задержала их изучение, и лишь сравнительно недавно они были тщательно осмотрены, скопированы и систематизированы.

Теперь эти фрески известны как фрески Тассили — по названию долины, в которой нашли наиболее интересные из них.

Когда французская экспедиция исследовала долину Тассили, ей с трудом удалось найти рабочих: людей почти нет

в окрестностях устья. Воду приходилось привозить издалека, и ученые экономили на каждой капле.

Экономили на каждой капле, а копировали... многовесельные лодки, плывущие по полноводным сахарским рекам, копировали бегемотов и крокодилов, огромные стада антилоп на пастбищах, колесницы, черных и белых людей в странных нарядах, стройных красивых женщин,— иначе говоря, ученые перечерчивали и копировали следы полнокровной буйной жизни, которой некогда жила Сахара. «Некогда» не означает бог весть когда, а всего 6000 лет назад, но это уже историческая эпоха.

Позднее, когда ученые тщательно изучили фрески Тассили, они обнаружили, что фрески создавались, так сказать, не в один прием, а в два: резкое ухудшение климата заставило племена художников уйти из Тассили. Прошло много веков, прежде чем они — возможно, это были другие племена — вернулись и создали вторую серию рисунков.

Но что «заставило» Сахару дважды зазеленеть на глазах у человека и дважды высохнуть, превратиться в одну из самых страшных пустынь мира?

Много разных гипотез предлагали ученые, но все они сводились к тому, что на земном шаре коренным образом изменялись природные условия. Чаще всего считали, что великое оледенение, ледники, надвигавшиеся с севера на Европу, сделали климат Сахары прохладнее и влажнее, и тогда Сахара зазеленела... Не будем оспаривать этих предположений. Так вполне могло быть, но ведь нас-то интересует совсем небольшой в геологическом смысле отрезок времени, целиком приходящийся на последледниковую эпоху.

А в последледниковую эпоху воздух над Сахарой, например, всегда был сух: экваториальный воздух над Сахарой опускается, нагревается, и дожди не выпадают (механизм этой общей циркуляции объяснен в главе «Если солнце село в тучу...»).

В чем же дело?

Единственное правдоподобное объяснение, которое нахожу я, сводится к влиянию на судьбы Сахары литосферного природного комплекса. Стоит только предположить, что уровень подсахарских водоемов испытывает колебания, пульсацию, как тотчас все становится на свое место. Поднялся уровень подземного бассейна — в Сахаре появились озера, возникли реки, зазеленели леса, приползли с юга крокодилы, пришли бегемоты, наконец, человек устремился на новую обетованную землю.

Мне посчастливилось увидеть весь Нил от устья в городе

Александрия до истока из озера Укерева, или Виктория, у городка Джинджа в Уганде. Как всякая гигантская река, Нил необъятен, впечатления от него — грандиозны, но после трех путешествий вдоль Нила я могу определенно назвать самое яркое впечатление. Как ни странно, это обилие желтых сухих русел, «впадающих» в Нил на территории Египта. Между тем ни одного ручья, ни одной речонки в современный Нил на территории Египта не впадает.

Значит, наступило время, когда уровень подземного «моря» понизился. И тогда пересохли реки, символически до сих пор «впадающие» в Нил. И тогда погибли или ушли на берега Нила бесчисленные крокодилы и бегемоты. Древнеегипетские фрески живописуют яростную борьбу между крокодилами и бегемотами, а в нынешнем Египте не осталось ни тех ни других; увидеть это зверье можно лишь в верховьях Нила, в Уганде; там их много, но все-таки не столько, чтобы они бросались друг на друга — и бегемоты, и крокодилы мирно уживаются, что я наблюдал собственными глазами. Значит, древнеегипетские художники запечатали на своих фресках момент перенаселения Нила животными. Человек тоже ушел из пустыни к Нилу, и тогда постепенно возникло египетское государство. Так, во всяком случае, мы вправе предположить.

Только что сказанное мною еще не может претендовать на достоверный научный факт: подземные «моря» открыты недавно, и гидрологический режим их не изучен.

Но если колеблется уровень океана, если поднимаются и опускаются материки, если вообще все в мире изменяется, как учит нас диалектика, то кто возьмется утверждать, что лишь уровень подземных «морей» неизменен и потому не оказывает влияния на ландшафтный комплекс? Это было бы, во всяком случае, скорее оригинальное, чем разумное утверждение.

Вернемся теперь к другим природным особенностям литосферного комплекса.

Трещины, рассекающие литосферный комплекс снизу вверх, действительно более многочисленны в верхних горизонтах, чем в нижних. Любопытно, что человек опускался уже (без батисфер и батискафов!) на 1145 метров ниже уровня твердой земной поверхности (до последнего времени это был своеобразный спелеологический рекорд; спуск происходил во Франции, в пещере Берже, на известняковом плато Сорнен).

Наряду с гравитационной водой, то есть такой водой, которая способна передвигаться по трещинам под влиянием силы

тяжести, в стратисфере немалая роль принадлежит капиллярной и пленочной воде, обволакивающей тончайшие трещины. Слой капиллярной (ее еще называют гигроскопической) воды состоит всего из одного ряда молекул; никакие гравитационные силы не могут оторвать эту воду от горных пород, она не стекает вниз, потому что удерживается с силой от 6000 до 25 000 атмосфер на квадратный сантиметр! Испариться она может только при температуре в несколько сот градусов. Пленочная вода удерживается на поверхности пород с меньшей силой, испаряется при обычных температурах и, не подчиняясь силе тяжести, может очень медленно передвигаться от более толстого слоя к более тонкому. Кроме того, в пределах стратисферы всегда есть водяной пар, образующий подземную атмосферу, причем в процентном отношении он способен вытеснить почти полностью все другие газы.

Бактерии проникают в толщу стратисферы по трещинам, пустотам вместе с подземными водами. Недавно ученые обнаружили целую группу бактерий, живущих в нефти; это так называемые пурпурные бактерии. Но живые организмы нигде в пределах стратисферы не образуют густых поселений.

Вернемся теперь к тому, с чего начали. Важнейшая особенность литосферного комплекса заключается в том, что в нем как бы запечатлена история биогеносферы. Осадочные породы постепенно скапливались на дне морей и океанов, вместе с ними падали на дно остатки животных и растений, и теперь каждый пласт, слагающий стратисферу, хранит в себе следы тех условий, в которых он образовался. Нужно только разобраться в этих следах и суметь восстановить по ним картины далекого прошлого. Этим и занимается раздел физической географии, который называется палеогеография. А в основе комплексного районирования стратисферы лежит представление о геологических фациях, которые отличаются друг от друга не только по происхождению и минеральному составу, но и по составу вымершей флоры и фауны.

Миры иные

Теперь, после того как мы ознакомились с биогеносферой Земли, можно выяснить последний вопрос: что, биогеносфера— уникальное явление, свойственное только Земле и больше нигде не встречающееся, или, наоборот, это явление космическое, и мы можем встретить подобное явление на других планетах?

В сущности, в самом начале этой книги уже дан ответ на поставленный вопрос. Но постараемся теперь рассмотреть его более основательно, чтобы окончательно установить, может ли земная наука — физическая география — стать наукой космической — астрогеографией.

Познакомимся теперь подробнее с солнечной системой. Учитывая особый характер наших интересов, солнечная система должна быть рассмотрена прежде всего с точки зрения: а) размера входящих в нее тел и б) характера слагающего их вещества.

Помимо Солнца, в солнечную систему входят планеты (Меркурий, Венера, Земля с Луной, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон), астероиды, кометы, различные метеорные тела. В небесной механике все они изучаются как материальные точки, движущиеся под влиянием притяжения других небесных тел. Между тем по своим природным свойствам они очень различны, и — это главное — далеко не все из них способны к сложным эволюциям.

Но астрогеографию могут заинтересовать только тела, способные к активному развитию, и это позволяет произвести особую классификацию «членов» солнечной системы.

Первым таким классификационным признаком служит размер. Мелкие небесные тела, не имеющие внутренних источников энергии, лишь пассивно отражают изменения внешних условий и не испытывают направленного развития.

Расчеты показывают, что только тела, соразмерные с Луной, начинают саморазогреваться, приобретают внутренний источник энергии и, следовательно, получают возможность активно взаимодействовать с космосом и даже изменять вокруг себя космическое пространство. Это обстоятельство сразу же исключает из сферы наших интересов все метеорные тела, а также астероиды.

Второй признак — характер вещества. Лишь твердое вещество способно необратимо изменяться в процессе нагревания и остывания. Газовое вещество такой способностью не обладает. Из этого следует, что не могут эволюционировать и все планеты-гиганты — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, потому что все они представляют собой огромные газовые, преимущественно водородные шары.

Итак, эволюционировать в сторону усложнения способны лишь сравнительно крупные небесные тела, состоящие из твердого вещества. Этим требованиям удовлетворяют планеты земной группы: Меркурий, Венера, Земля с Луной и Марс.

На самом «краю» солнечной системы находится планета Плутон. О ней мало что известно. Предполагается, что масса ее примерно равна земной и что планета имеет атмосферу.

Можно ли надеяться, что на Плуtone возникнет биосфера и разовьется до появления жизни? На этот вопрос не может быть иного ответа, кроме отрицательного. «Беда» Плутона в том, что он находится слишком далеко от Солнца и поэтому имеет чрезвычайно низкую температуру, ниже минус 200°.

Этот пример показывает, что с точки зрения астрогеографии при ознакомлении с солнечной системой можно воспользоваться еще одним классификационным признаком — температурным.

Жизнь, основанная на углеродных соединениях, способна возникнуть и развиться лишь при внешних температурах от +80° до —70°.

Если принять планеты за идеально черные тела и произвести соответствующие расчеты, то окажется, что температурным условиям удовлетворяет лишь космическое пространство между 92 и 275 миллионами километров считая от Солнца. Эту полосу предложено называть экосферой Солнца.

В пределы экосферы попадают Венера, Земля с Луной и Марс.

За пределами экосферы из планет земной группы оказывается Меркурий — небольшая, лишенная атмосферы планета, на освещенной стороне которой температура поднимается до 400°. Очевидно, что биосфера на Меркурии не возникла и жизни там быть не может.

Остановимся теперь на планетах, находящихся в пределах пояса жизни, в пределах экосферы: Венере, Земле и Марсе. Эти три планеты обладают многими общими признаками. Так, атмосферы их по сравнению с самими планетами ничтожны по массе и объему и имеют вторичное происхождение, т. е. возникли в процессе эволюции планет.

В строении планет большую роль играет кислород (поверхностные слои Земли более чем на 50% состоят из него), а также кальций, кремний. Водород — самый распространенный элемент во Вселенной (если не считать гелия, то на 1000 атомов водорода приходится один атом всех других элементов, вместе взятых), но среди других элементов земной коры он занимает лишь 8—9-е место.

Вопрос о внутреннем строении планет земной группы еще не решен. Наука до сих пор не располагает точными сведениями об изменении плотности различных веществ при сверхвысо-

ких давлениях, и поэтому существуют две основные несхожие гипотезы.

Первая, более известная и распространенная гипотеза признает, что с глубиной изменяется состав вещества, что в глубинных частях скопились более тяжелые элементы, образовавшие в центре металлическое ядро. Согласно второй гипотезе, различий в составе вещества нет, а изменения плотности зависят от сжатия горных пород. (Это не относится к верхним горизонтам земной коры, входящим в биогеносферу.)

Рассмотрим подробнее Марс и Венеру.

Марс в среднем расположен примерно в полтора раза дальше от Солнца, чем Земля (227,8 миллиона километров). Экваториальный диаметр Марса равен 6770 километров, что составляет 0,532 диаметра Земли. Площадь поверхности составляет 0,282 земной, объем — 0,150, масса — 0,107. Средняя плотность — 3,92 грамма на кубический сантиметр, то есть меньше, чем у других планет земной группы. Сила тяжести равна 0,38 земной. Время обращения вокруг Солнца примерно в два раза больше, а сутки только на 40 минут длиннее, чем на Земле.

Размеры Марса достаточны, чтобы удерживать атмосферу: заметное рассеивание света происходит там на высоте 30 километров (на Земле — 70 километров).

Состав атмосферы Марса известен плохо. Достоверно известно лишь наличие углекислого газа (его в два раза больше, чем в атмосфере Земли). Предполагается, что в основном атмосфера Марса состоит из азота, что она содержит небольшое количество кислорода (это пока не подтверждено прямыми наблюдениями), некоторое (совсем небольшое) количество водяных паров или кристалликов льда, а также пыль. И хотя точный состав атмосферы не установлен, можно полагать, что там есть вещество, аналогичное воздуху.

Верхние горизонты литосферы Марса имеют плотность около 3,3 (средняя плотность земной осадочной оболочки — стратисферы, как вы помните, — 2,5). Глубже плотность увеличивается до 4, а в центре достигает примерно 8,6.

На Марсе, безусловно, есть вода, хотя сколько-нибудь крупные водоемы в настоящее время отсутствуют.

Наиболее сложной и увлекательной является проблема жизни. Все началось с того, что астрономы обнаружили сезонную изменчивость деталей поверхности на Марсе: так называемые «моря», зимой почти не отличающиеся по цвету от более светлых «материков», с наступлением весны начинают темнеть, увеличиваться в размерах, а осенью совершается об-

ратный процесс. Проще всего было бы объяснить это тем, что с наступлением весны на Марсе, как и на Земле, растения зеленеют, а осенью сбрасывают листву или отмирают. И постепенно многие планетоведы сошлись на том, что марсианские «моря», темные пятна — это участки поверхности, занятые растительностью. А после недавнего открытия в спектре планеты полос поглощения, которые получаются в спектрах большинства земных растений, гипотеза о жизни на Марсе приобрела достоверность. При наличии же растительности бесспорно существование бактерий и почвенного покрова. Есть ли там животные, об этом приходится только догадываться.

Таким образом, с большой степенью достоверности можно предполагать, что на Марсе вещество находится в трех агрегатных состояниях. Есть горные породы, воздух, вода, растительность, бактерии, почвы (животные?), солнечная радиация (ее интенсивность на Марсе составляет 0,43 земной). Исходя из этого можно полагать, что на Марсе имеется биогеносфера, сходная с земной.

Ну, а что творится на Венере? Ведь Земля и Венера, в сущности, планеты-близнецы. Венера не только ближе других планет расположена к Земле (минимальное расстояние между ними «всего» 39 миллионов километров, а между Землей и Марсом — 56 миллионов километров), но и более других планет похожа на Землю по многим признакам. Так, диаметр Венеры составляет по отношению к Земле 0,973, площадь поверхности — 0,95, объем — 0,92, сила тяжести на поверхности — 0,85, плотность — 0,88, масса — 0,81.

Однако достоверных сведений о Венере собрано значительно меньше, чем о Марсе.

До сих пор неизвестна продолжительность суток на Венере, и на этот счет высказывались самые различные соображения. Некоторые ученые полагали, что сутки на Венере по продолжительности сравнимы с земными, другие доказывали, что они равны периоду обращения Венеры вокруг Солнца.

Проведенная советскими учеными радиолокация Венеры показала, что сутки на этой планете примерно соответствуют десяти земным суткам, хотя и эту цифру едва ли можно считать окончательной. Разнобой в оценках вызван тем, что твердая поверхность планеты не видна и нет постоянных деталей, по вращению которых можно было бы высчитать продолжительность суток.

Венера окутана сплошными облаками, открытыми еще в 1761 году М. В. Ломоносовым. О химическом составе облач-

ного слоя и расположенной выше него стратосферы долгое время почти ничего не было известно. Определенно знали лишь, что в стратосфере Венеры в большом количестве содержится углекислый газ. Одно время считалось, что углекислый газ атмосферы, вступая под влиянием ультрафиолетовых лучей в реакцию с водой, образует простейшее органическое соединение — формальдегид и облака на Венере состоят из твердых частичек последнего или его полимеров.

Большинство других ученых, основываясь на характере поляризации света, отраженного облачным слоем, полагало, что облака состоят из мельчайших водяных капелек, диаметром в несколько микронов. Однако обнаружить водяной пар с помощью спектрального анализа не удавалось.

Только в самые последние годы были сделаны важные открытия, проливающие свет на природу воздушной оболочки Венеры. В ноябре 1959 года в США на стратостате был поднят на высоту 24 километра телескоп. С помощью телескопа были наконец обнаружены водяные пары в атмосфере Венеры. Они оказались аналогичными земным на высоте около 20 километров.

С большой вероятностью предполагалось на Венере и наличие кислорода. Он должен был образоваться там по тем же причинам, что и на Земле в ранний период ее развития. И действительно, существование в атмосфере Венеры свободного кислорода недавно было доказано. Обнаружен в атмосфере и азот.

Поскольку твердое тело Венеры скрыто облаками, судить о природе его поверхности трудно. Очень вероятно, что на Венере, как на Земле и Марсе, образовалась планетная кора, но о ней пока ничего не известно. Открытие водяных паров сделало достоверными предположения о значительных по площади океанах на Венере.

Вопрос о жизни на Венере остается нерешенным. Похоже, однако, что физико-географические условия там такие, при которых жизнь может возникнуть. И если через несколько десятилетий люди попадут на Венеру, они, быть может, застанут там условия, аналогичные тем, которые были на Земле несколько миллиардов лет назад. Тогда путем непосредственных наблюдений ученые откроют нам одну из величайших тайн мироздания — тайну возникновения жизни на планетах вообще и на нашей Земле в частности.

Ближайшее к нам небесное тело — Луна имеет диаметр 3476 километров (почти в четыре раза меньше земного). Масса

ее в 81,5 раза меньше земной. На Луне нет атмосферы. Поверхность ее сложена темными горными породами, вероятно покрытыми метеорной пылью. Верхние слои планеты способны к активному взаимодействию с космосом, но значительной эволюции они не претерпели из-за небольшого размера планеты. Биогеносфера на Луне не возникла. Луна как бы приближалась к той стадии развития планет, когда на них начинают образовываться биогеносферы.

А теперь мы можем с уверенностью ответить на поставленный выше вопрос: биогеносфера — явление космическое, оно свойственно не только Земле, но и некоторым другим планетам в пределах солнечной системы и, конечно, множеству планет за пределами солнечной системы.

Все три планеты — Венера, Земля и Марс, входящие в «пояс жизни», возникли примерно в одно время. Но сегодня биогеносферы этих планет находятся на разных ступенях развития, и факт этот сам по себе очень любопытен.

Еще недавно бытовала в астрономии «удобная» гипотеза, согласно которой очаги жизни постепенно смещаются по направлению к Солнцу. Исходила эта гипотеза из предположения, что Солнце остывает, и остывает довольно быстро. Поэтому будто бы на Марсе жизнь уже прошла пору расцвета и в настоящее время гибнет, на Земле жизнь находится в расцвете, а на Венере возникает. Через эонный промежуток времени жизнь на Земле начнет угасать, а на Венере достигнет расцвета, и так далее.

Нужно признать, что в основу этой гипотезы были положены правильные факты и наблюдения, а вот истолкование им, к сожалению, дали не совсем верное.

Вся беда в том, что современная наука не признает столь поспешного остывания Солнца, и несправедливо обвинять наше светило в том, что будто бы из-за него неодинаково развиты биогеносферы трех планет, из-за него гибнет жизнь на Марсе, не успев достичь земного великолетия. Нет, в мире все развивается, движется, взаимодействует неравномерно, это закон природы. Поэтому неправильно полагать, что развитие биогеносфер и, следовательно, жизни на всех планетах должно достигать одного уровня. Очевидно, нам нужно признать, не прибегая к «помощи» остывающего Солнца, что биогеносферы Венеры, Земли и Марса развивались неравномерно. Более того, «потолок» развития каждой из них есть и будет разным, потому что развитие биогеносфер зависит, например, от размера планеты, от специфики окружающих космических условий. Что касается жизни, степени ее развитости, то, безусловно, жизнь на-

ходится в непосредственной зависимости от размеров планеты, мощности атмосферы, величины океанов и материков, степени изменчивости климатических условий как во времени, так и в пространстве. Поэтому, между прочим, не следует надеяться, что при наличии жизни вообще обязательно должны возникнуть и ее высшие формы, вплоть до мыслящих существ.

Примером биогеносферы, достигшей более низкого, чем земная, уровня развития и уже разрушающейся, может служить марсианская.

Давайте прежде всего обратим внимание вот на какой красноречивый факт: на Марсе чрезвычайно суровые климатические условия, а жизнь все-таки есть. Вы можете спросить, что ж тут особенного — в Арктике тоже очень суровые климатические условия и тоже есть жизнь. А вот что: существовать в таких условиях жизнь может, но возникнуть не могла, для возникновения жизни заведомо необходимы вода и тепло в большом количестве. Следовательно, раньше на Марсе должны были господствовать иные физико-географические условия, и процесс развития марсианской биогеносферы был подобен земному: строение ее усложнялось за счет возникновения новых компонентов, направленно изменялись сами компоненты, увеличивалась автономность, защищенность от внешнего мира (и это на определенном этапе позволило возникнуть жизни), а сама биогеносфера становилась все более целостным образованием.

А в настоящее время для марсианской биогеносферы характерны обратные процессы: происходит упрощение ее структуры, некоторые компоненты находятся на грани исчезновения, уменьшается изолированность от внешнего мира, разрушается целостность биогеносферы. Так, Марс уже потерял значительную часть своей атмосферы, почти всю влагу. Разреженная атмосфера не может служить надежным покрывалом — отсюда низкие ночные (до -45°) и зимние (до -80°) температуры. Уменьшение запасов влаги, падение температуры привели к снижению интенсивности жизненных процессов на планете, и это тоже не осталось без последствий: обнажились огромные участки поверхности, прогрессивно начал изменяться состав атмосферы. Растительность уже не успевала восполнять запасы кислорода, он активно вступал в реакции с обнажившимися горными породами (для поверхности Марса, как известно, характерен красноватый цвет, цвет окисленных пород), а количество кислорода в атмосфере уменьшалось, в то время как количество углекислого газа увеличивалось. И если сейчас в атмосфере Марса намного меньше кислорода, чем в земной, и в два раза

больше углекислого газа, то это при наличии жизни как раз и является свидетельством «умирания» биогеносферы, свидетельством процесса разрушения.

Разумеется, процесс угасания жизни на Марсе не представляет собой ровной наклонной линии: возможна пульсация жизни, временное увеличение площадей, занятых растительностью, но в целом этот процесс уже необратим. Марс медленно «умирает».

Для биогеносферы Венеры характерно более простое строение, чем для земной и марсианской, — в этом мы уже убедились. Однако наряду с исходными компонентами там имеются и производные — вода и воздух. Это свидетельствует о том, что биогеносфера Венеры претерпела определенный процесс развития, а теплый, очень влажный климат — в сущности, там оранжевые условия — создает необходимые предпосылки для возникновения (если она еще не возникла) жизни. Общие физико-географические условия там прямо противоположны марсианским, и это доказывает, что биогеносфера Венеры продолжает развиваться, что она просто отстала от земной и марсианской.

Биогеносферы как космические явления, изучает, о чем уже говорилось в предварительном плане, астрогография; важнейшая ее задача — сравнительный анализ биогеносфер различных планет, их развития, строения, современного состояния, а также выяснение общих закономерностей развития биогеносфер как наиболее сложных из всех известных нам эволюций материи.

Заканчивая этот раздел, мне хочется сказать еще лишь несколько слов в защиту... Земли. Увы, наша «добрая старая планета» нуждается в этом. После разрушения различных геоцентрических систем, полагавших, что Земля — центр мироздания, после выработки представлений о бесконечной во времени и пространстве Вселенной, этакой «модой» стало пренебрежительное отношение к Земле. Ее сравнивают с «песчинкой», затерянной в бесконечном океане Вселенной, всячески подчеркивают ее ординарность как небесного тела, ее несравнимость по размерам с гигантскими звездами и т. п. Все это правильно с точки зрения небесной механики, но совершенно иной оценки заслуживает Земля в эволюционном учении о Вселенной...

Необозримая Метагалактика, «система звездных систем», галактики, подобные нашему Млечному Пути, звезды, подобные Солнцу и непохожие на него, планеты вроде Земли или Юпитера, астероиды, метеориты, пылевые и газовые туманности, не пропускающие звездный свет, космические лучи, пронизы-

вающие все мировое пространство, световые излучения, радиоволны, идущие от далеких звезд... Таков, в самых общих чертах, мир вокруг нас. Все в нем находится в состоянии непрерывного изменения и превращения: возникают и разрушаются звезды, планеты, «очаги жизни»... Но эволюционное учение о Вселенной интересуют прежде всего процессы развития, происходящие в безграничном мире, и тут как раз обнаруживается, что Земля наша не так уж незначительна. В бесконечной Вселенной нет единого процесса развития, идущего от низшего к высшему, чаще всего они разобщены в ней, но для нас в данном случае важно, что процессы развития могут быть разными по степеням сложности. Например, возникновение новых звезд. Это гигантский по своим масштабам процесс, во многом еще загадочный, но в масштабах Вселенной он отнюдь не самый сложный; эволюция материи в звездах приводит лишь к различным атомным реакциям. Или превращение газовой туманности в пылевую; есть основание полагать, что из пылевых туманностей возникают звезды некоторых типов. Но пылевое облако может развиваться и в облако, состоящее из твердых частиц вещества, а эти твердые частицы, по современным взглядам, и образуют планеты. А вот процесс образования планет относится к числу наиболее сложных во Вселенной. Но планеты могут развиваться подобно Юпитеру или подобно Земле. Во втором случае на них появляется биогеносфера, возникает «очаг жизни», а в дальнейшем и «очаг мысли». Более сложные эволюции вещества нам неизвестны. Планеты с биогеносферами занимают самое высокое положение на эволюционной «лестнице» материи, особенно планеты с «мыслящей жизнью». Следовательно, наша Земля, а точнее, ее биогеносфера, принадлежит к числу сложнейших явлений мироздания.

Отнюдь не образуя центра мироздания, Земля с биогеносферой занимает особое (хотя и не исключительное) место во Вселенной как носительница высших форм развития материи. Это позволяет нам сделать еще один вывод: прекрасно, что человечество устремляется в космос; но нельзя при этом забывать, что глубочайшие тайны мироздания лежат у нас под ногами.

И последнее замечание. В предыдущих разделах книги, посвященной в целом физической географии, неоднократно упоминались и частные географические науки — ландшафтоведение, климатология, океанология и др. Но какой окажется их судьба в век космоса? «Возьмет» ли астрогеография их с собою на другие планеты?

Что ж, на эти вопросы можно ответить вполне определенно. Разве что океанология в этом плане исключение. Знания о земных морях и океанах приобретут космическое значение лишь в том случае, если на Венере окажутся океаны. Но зато космическая гидрология уже уверенно набирает силу. Эта научная дисциплина изучает судьбу воды на планетах и в межпланетном пространстве, водообмен между планетами и космосом. Ясны задачи ландшафтоведения, поскольку и ландшафты, и ландшафтные зоны есть не только на Земле, но и на Марсе и, очевидно, на Венере. Совершенно очевидно, что все планеты—носительницы биогеносфер—имеют и свой климат, и сравнительное изучение климатов разных планет, особенностей движения воздушных масс на них явится задачей астроклиматологии. Ну, а рельефоведение, космическое продолжение геоморфологии, закономерно займется изучением устройства поверхности Земли, Марса, Луны, Венеры...

Отметим еще, что не только географические науки устремились в космос. Наряду с астрогеографией успешно развиваются астрогеология, астробиология и целый ряд других наук.

Сегодня у нас есть уже все основания говорить как о знаменном времени о возникновении геокосмологии—широкой области науки, изучающей Землю во взаимодействии с космосом и использующей знания о Земле для изучения космоса. Геокосмология—это ответ науки на объективное требование истории выйти в космос. Естествознание вступает в новый, высший этап развития, соответствующий грядущей космической фазе существования человечества!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вот и подошел к концу наш рассказ о физической географии — о самой древней и чуть ли не о самой молодой из наук о земном шаре. Разве не о вечной молодости науки свидетельствует великое множество проблем, стоящих перед ней?!

Но о молодости науки свидетельствует и ее большое практическое значение.

Вот об этом я и хочу рассказать, заканчивая книгу, а начну с такого вопроса:

Много ли людей на земном шаре?

Это известно довольно точно: число обитателей нашей планеты выглядит внушительно — их более трех миллиардов!

Но если собрать всех людей в одном месте и предоставить каждому один квадратный метр площади, то все человечество уместится в прямоугольнике, длина которого будет равняться 60 километрам, а ширина 50. Иначе говоря, все человечество, если, правда, его основательно потеснить, можно разместить на площади, равной примерно трем тысячам квадратных километров.

Общая же площадь земного шара — 510 миллионов квадратных километров. А площадь всей суши — 149 миллионов квадратных километров. Порядок величин, казалось бы, несоизмеримый!

Как видно, ответить на вопрос, много или мало людей на Земле, не так-то просто. В этом случае, как и во многих других, судить о количестве населения нужно не по сухой цифре, а по делам человека, по масштабам его воздействия на природу.

Если бы три миллиарда землян были вооружены только примитивными орудиями труда вроде заостренной палки, как на заре человеческой истории, они затерялись бы среди дремучих лесов, бескрайних степей и пустынь. Но современное человечество вооружено могучей техникой. Рассеянное почти по всему лику Земли, оно упорно трудится, и труд этот многое изменил на поверхности нашей планеты, наложил неизгладимую печать на ее облик.

Можно ли представить себе земной шар без гигантских многомиллионных городов, бесчисленных сел и деревень? Без огромных промышленных предприятий? Без обширных полей, раскинувшихся на месте сведенных лесов или распаханых степей? Без сложной сети железных и шоссейных дорог? Без каналов и водохранилищ столь обширных, что их даже называют морями?

Конечно же, нельзя! Все это давно стало неотъемлемыми чертами земного лика.

Но простое перечисление грандиозных творений человеческих рук и человеческого разума еще не дает представления о масштабе воздействия человека на природу.

Бесчисленны реки земного шара! Только в Советском Союзе насчитывается свыше 150 000 рек длиной более 10 километров. И все они — большие и малые — стремятся к океану, по пути размывают горные породы, подхватывают мелкие частицы глины, песка... Чтобы представить себе, сколько вот такого вещества — его называют твердым стоком — выносят все реки земного шара в океан, нужно вообразить себе фантастических размеров куб, высота, длина и ширина которого равны примерно пятнадцати километрам; это означает, что вершина этого куба будет находиться выше самых высоких облаков!

По всему земному шару рассеяны рудники, шахты, металлургические печи, повсюду ведутся земляные работы... И в результате человек ежегодно выносит на поверхность такое количество различных горных пород, что оно всего лишь в три раза меньше общей суммы твердого стока всех рек Земли!

На земном шаре известно 522 действующих вулкана. Извержения их происходят одновременно, но достаточно часто, и в многолетнем среднем вулканы выносят на поверхность планеты большие массы глубинных пород, выбрасывают много пепла.

Люди, чтобы жить, распахивают землю и засеивают поля пшеницей, кукурузой и другими сельскохозяйственными культурами. И при этом они ежегодно перемещают массу почвы, в три раза превосходящую количество всех вулканических продуктов, за это же время поступивших из глубины на поверхность.

Лет двадцать назад один поэт написал о знаменитых романах «Обломов» и «Обрыв» русского писателя Гончарова такие строки:

Льются так плавно твои сочинения,
Как полное матушки Волги течение.

Увы, к сегодняшнему дню сравнение это совершенно устарело. Не потому, разумеется, что изменились романы, а потому что изменился режим Волги, крупнейшей реки Европы: плотины гидроэлектростанций, огромные водохранилища нарушили некогда величавое ее течение. Кстати, Рыбинское водохранилище на Волге всего лишь в два раза меньше такого большого озера, как Онежское.

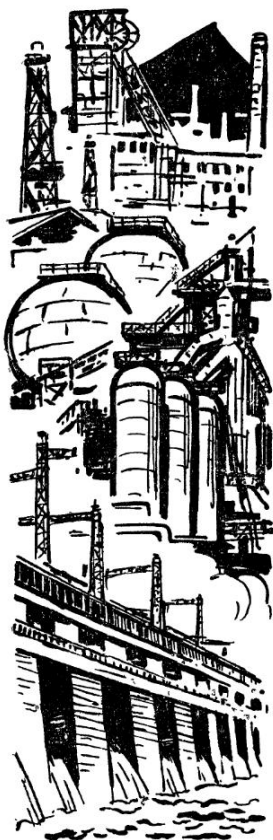
Приведенных примеров уже достаточно, чтобы ответить на главный вопрос: да, людей уже так много на Земле и техника их так могуча, что они изменяют природу в планетарном масштабе. Это очень важное обстоятельство, и оно налагает особую ответственность на физическую географию.

Почему?

Чтобы найти правильный ответ на этот вопрос, давайте послушаем рассказ советского ученого и путешественника В. Г. Богорова, посетившего на корабле «Витязь» остров Рождества в Индийском океане.

Остров этот, так же как и некоторые другие островки, очень богат ценным удобрением — фосфатом, который добывается там иностранной капиталистической компанией. Но предоставим слово очевидцу. «Тысячелетиями природа трудилась над тем, чтобы создать эти «кладовые», — рассказывает путешественник об островках. — Извечная система пассатных ветров, увлекая за собой поверхностные воды, образует могучие течения — реки в океанах и подобно гигантскому насосу поднимает из холодных глубин воды, насыщенные солями фосфора и азота.

В верхних слоях океана, пронизанных солнечным светом, массами развиваются мельчайшие водоросли — растительный планктон. На этих пастбищах здесь и откармливаются бесчисленные стаи рыб. Издалека миллионы птиц слетаются охотиться на них. На протяжении многих веков, поедая рыб, птицы оставляли на острове свой помет, заполнявший все



расщелины и углубления среди известковых скал. Жаркий климат быстро высушивал помет, превращая его в прочную горную породу. Позднее все это скрыл буйный тропический лес.

Крутая горная дорога ведет к разработкам. Взбираемся по ней. По пути встречаем бульдозеры — они уничтожают лес, чтобы очистить площадь для добычи фосфатов. Под ножами машин один за другим падают огромные стволы. Десятки экскаваторов выбирают ценнейшие удобрения из «карманов» известковых скал. Там, где прошли машины, все живое уничтожено. Точно бесчисленные зубы, торчат голые известковые скалы, лишенные почвы, травы, кустарников, деревьев.

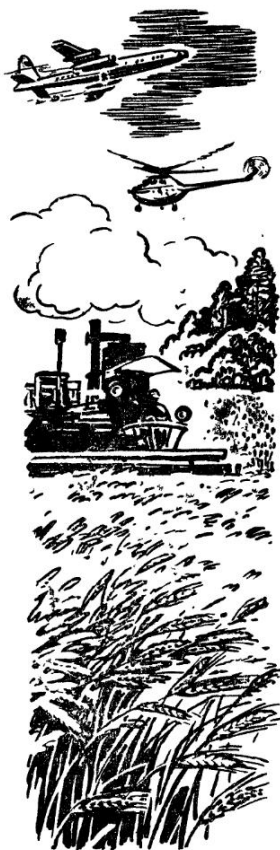
— Что же будет с островом? — почти вслух произносим мы. И, угадывая наши мысли, управляющий рудником говорит:

— Когда весь остров станет таким, человеку здесь будет нечего делать».

Остров Рождества — крохотный кусочек суши, затерянный в океане, но пример этот многое позволяет понять.

Первое и главное заключается в том, что, добывая средства существования (а фосфаты пойдут на удобрение полей), человек невольно нарушает взаимосвязи, издавна сложившиеся между природными явлениями. В некоторых случаях эти нарушения не ведут к каким-либо серьезным последствиям; в других же — и таких случаев гораздо больше — добывая одно, люди калечат другое, причиняя тем самым себе огромный вред.

Некогда на земном шаре площадь лесов достигала примерно семи миллиардов гектаров; к нашему времени она сократилась почти вдвое. Деревья всегда служили человеку топливом, шли на строительство жилищ. Но все-таки главным «врагом» леса оказались поля — это они наступали на леса, теснили их. Но леса и поля вовсе не враги, они друзья. Леса задерживают для полей воду, не позволяя ей весной стремительно ска-



тываться в реки. Леса защищают поля от ветров, от бурных ручьев, они препятствуют развеиванию почвы. Неправильно было бы утверждать, что человеку совсем не надо было сводить леса. Но их надо было сводить не сплошь, а так, чтобы они продолжали защищать поля. Это сберегло бы человечеству много ценной земли, много плодородной почвы. Ученые подсчитали, что из-за развеивания и размыва почвы на земном шаре уже пропало более 50 миллионов гектаров плодородных земель. В Соединенных Штатах Америки, где от общей площади лесов осталась лишь третья часть, ежегодно смывается с полей и пастбищ до трех миллиардов тонн почвы.

Стало быть, добывая средства существования, вмешиваясь по тем или иным причинам в ход природных процессов, люди обязаны предвидеть последствия своего вмешательства, должны стремиться не причинять самим себе вреда.

А насколько все тесно взаимосвязано в окружающем человеке мире, можно судить и по двум следующим примерам.

Я уже рассказывал, что каждую весну на побережьях северных морей несметные стаи птиц образуют «птичьи базары». Среди этих птиц есть «полезные» — те, которые дают человеку пух, яйца, идут в пищу; есть, конечно, и «вредные» — хищники, которые нападают на «полезных» птиц. Как в этом случае должен поступить человек?.. Казалось бы, тут не может быть двух мнений: нужно уничтожить «вредных» птиц, чтобы они не причиняли вреда «полезным». Так и было однажды сделано на северном побережье Скандинавского полуострова.

Богато рыбой устье Дуная — издавна добывают ее там в большом количестве. Но рыбу добывают не только люди — ее промысляют и птицы, бакланы. И тут, казалось бы, все просто: бакланы — птицы «вредные», их надо истребить, и тогда человек сможет больше вылавливать рыбы. Истребили.

А потом пришлось людям искусственно восстанавливать поголовье «вредных» птиц-хищников в Скандинавии и «вредных» бакланов в устье Дуная. Лишь с немалым опозданием люди обнаруживают, что они сами себе причинили вред, неправомерно разрушили давно уже сложившиеся взаимосвязи между животными. Что же произошло?

Произошло событие, которое не предвидели заранее: среди «полезных» птиц и среди рыб начались массовые заболевания, погубившие огромное количество и птицы, и рыбы. Выяснилось, что «вредные» хищники ловят преимущественно больных животных, они выполняют как бы роль санитаров, предупреждая возникновение эпидемий.

«Обреченный остров» — так назвал свою статью об острове Рождества советский путешественник. Островок этот совсем невелик, и, как ни жаль его, гибель островка не приведет человечество к катастрофе. Сравнительно невелико и устье Дуная, и потому там удалось исправить допущенные ошибки... Но выше уже приводились доказательства тому, что размах человеческой деятельности приобрел планетарные масштабы, а Землю не покинешь, как обреченный остров Рождества, и очень не просто исправлять ошибки, крупные по масштабу.

Вот почему физическая география, наука о биогеносфере, о сложном комплексе природных явлений, окружающих человека, должна быть постоянно начеку, должна заранее предсказывать, к каким последствиям приведет вмешательство человека в ход природных процессов.

А могла ли судьба острова Рождества сложиться иначе?

Конечно, но это уже проблема не столько научная, сколько общественная. Дело в том, что добыча фосфатов на острове Рождества ведется хищнически, без заботы о завтрашнем дне. Судьба острова Рождества сложилась бы иначе, если бы судьбой его дано было распорядиться человеку коммунистического будущего.

В самом деле, человек вовсе не был «архитектором» биогеносферы, она развивалась, отнюдь не считаясь с его волей, и доставалась ему в готовом виде. Но, с точки зрения человека, далеко не все в природе размещено правильно. Скажем, в одних районах земного шара много воды, а в других — мало. Без достаточного же количества воды невозможно, как известно, заниматься сельским хозяйством, и до сих пор на земном шаре пропадают огромные площади пустынь, богатые теплом и светом. А тепла в то же время не хватает другим районам — тайге, тундре.

Вот почему ум человека уже давно волнует увлекательнейшая и сложнейшая проблема — проблема управления природными процессами, и тут опять-таки не последнее слово будет принадлежать физической географии.

Существует бесчисленное количество проектов преобразования природы, причем особенно часто авторы различных проектов «утепляют» климат.

Но какие изменения произойдут в природе, если, допустим, вместо холодного морского течения берега континента начнет омывать теплое течение? Ограничится ли дело тем, что климат побережья станет теплее? Что ж, вспомните «опыт», поставлен-

ный природой у берегов Перу,— ведь далеко не все последствия оказались благоприятными для человека!

А что произойдет, если растопить ледники Антарктиды?

«Климат на земном шаре станет теплее» — сам собой напрашивается ответ. Но и в этом случае дело обстоит не так просто.

Действительно, уничтожение ледников приведет к значительному повышению температуры в южных широтах. Во всяком случае, таким будет первоначальный результат. Далее, уровень океана повысится на несколько десятков метров, и, значит, под водой окажутся целые страны, густо заселенные низменности с плодородными почвами, и людям придется оставлять обжитые места, переходить на возвышенности.

Глубокое проникновение морских заливов в массивы суши сделает климат материков более ровным, теплым и влажным. В то же время резко замедлится течение почти всех рек земного шара, в руслах их начнут откладываться илы, песок, которые раньше выносились в океан, и реки обмелеют.

Широкое распространение получат болота, потому что повысится уровень грунтовых вод, что, в свою очередь, приведет к изменению почв, характера растительности. В частности, наверное, начнут разрушаться черноземы — почвы, сформировавшиеся в условиях сухого климата.

Ледники Антарктиды особенно быстро росли в то время, когда таяли ледники северного полушария. Не устремится ли освободившаяся влага в обратном направлении, не обрушатся ли на Европу, Азию, Северную Америку и другие материки небывало сильные ливни?

Чаше, чем теперь, облака будут закрывать от людей солнце. В настоящее время средняя температура земного шара составляет около 15 градусов тепла, а средняя облачность — 50 процентов. Но если процент облачности возрастет до 60, то средняя температура на Земле снизится на 10 градусов. К каким последствиям может это привести?!

Наконец, освобожденная от груза ледников, всплывет Антарктида. Но большой массив суши в высоких широтах сам по себе является источником охлаждения климата. Ученые подсчитали, что если в высоких широтах освободится от льда массив суши до 500—600 километров в поперечнике, то над ним возникнет постоянный антициклон, средняя годовая температура этой суши понизится на 10° по сравнению с первоначальной; этого уже вполне достаточно для возникновения нового оледенения.

Как видно, и в этом случае далеко не все изменения, которые произойдут в природе, будут полезны человеку.

Означает ли это, что человек не будет преобразовывать природу в больших масштабах?

Нет, конечно. Но всесторонний глубокий анализ и полезных и вредных последствий потребует непременно. Стремительно возрастает техническое могущество человека, и так же стремительно должны шириться наши знания о том, как поведет себя измененная человеком природа.

Вот почему физическая география, древнейшая наука о Земле, и сегодня устремлена в будущее!

То же самое — об устремленности в будущее — можно, разумеется, сказать и об астрогеографии.

Внешне пути развития астрогеографии кое в чем противоположны путям развития физической географии. Физическая география (или вообще географии) началась с описаний и в конечном итоге пришла к теории. Астрогеография началась с теории и лишь со временем, когда расширится фронт космических исследований, придет к описаниям, чтобы в дальнейшем, но уже на совершенно ином уровне, вернуться к теории...

Впрочем, «Заключение» этой небольшой книжки посвящено делам практическим. Имеются ли у нас основания утверждать, что и астрогеография приобретет практическое значение?

Ответ на этот вопрос — положительный ответ — может быть дан как бы в двух аспектах.

Первый из них — земной.

Общая беда некоторых наук о Земле, таких, например, как геология, до сих пор не создавшая научно достоверной теории, скажем, горообразования и вообще формирования лика земного шара, физическая география, еще только штурмующая подступы к пониманию всех сложностей работы такого «механизма», как биогеносфера, заключается в том, что они имеют свой предмет... в одном экземпляре.

Если для сопоставления с геологом или географом взять биолога, то разве не очевидно, что биолог имеет практически неограниченные возможности для сравнения между собой различных форм жизни?

Иное дело физическая география, но тут ей на помощь приходит астрогеография. Три биогеносферы плюс Луна — это уже нечто существенное, это самый прямой путь к созданию совершенного учения о биогеносфере, а совершенное учение о ней необходимо для сугубо практических дел на земном шаре, и об этом мы уже говорили.

Второй аспект — космический.

Задумайтесь — если вас еще не взволновали эти события, — что происходит сейчас с человечеством, какие бурные изменения претерпевает оно.

К числу важнейших относится стремительный (есть термин «демографический взрыв») рост населения земного шара: оно удвоилось с начала XX века и вновь удвоится, достигнув шестисеми миллиардов, к началу XXI.

Совершается научно-техническая революция, и человечество становится в полном смысле слова могущественным, способным активно вмешиваться в природные процессы.

Формируется на Земле техносфера — реальная база для управления природой.

Человек выходит в космос¹.

Невольно складывается впечатление, что совпадение во времени всех этих процессов не случайно, что человечество как бы готовится к свершению еще загадочных, но великих дел.

Думается, что в самой общей форме эти великие дела могут быть выражены в двух словах: освоение космоса, околосолнечного пространства во всяком случае, что предвидел еще К. Э. Циолковский.

До сих пор люди были «землянами», а человечество — носителем разума на Земле. Но что такое человечество в космическом масштабе, каково его место в системе природы, как повлияет оно на ближайшее космическое окружение? Об этом все чаще задумываются в разных странах ученые, занимающиеся разработкой основ «антропономии» — учения о человечестве как явлении природы.

Увлекательны эти проблемы, но подробное изложение их увело бы нас далеко за рамки книги.

Важно подчеркнуть лишь следующее: никто сейчас всерьез не сомневается, что космическая фаза существования человечества действительно грядет.

Если так, то человечеству потребуются «базы расселения» в космосе. И такими базами должны в первую очередь стать планеты — носительницы биогеносфер.

Конечно, биогеносферы Венеры или Марса никто заранее не подготовит для жизни человека. Отсюда простой вывод: если человечество на Земле пришло от описания природы к ее изме-

¹ Я не имею возможности подробно анализировать в этой книжке всю эту проблему в целом и отсылаю тех, кто ею заинтересуется, к своей статье «Человечество — для чего оно?», «Москва», 1966, № 8.

нению и управлению природными процессами, то нечто подобное произойдет и на соседних планетах. Как и физическая география, астрогеография станет наукой действенной, наукой практической и, в свою очередь, воспользуется «земным» опытом физической географии.

Проекты преобразования соседних с Землею планет уже существуют, и знаменательно, что предложены они не писателями-фантастами, а учеными.

Здесь не место излагать эти проекты во всех подробностях. Но любопытно — и это вполне естественно, — что к каждой планете авторы проектов подошли по-разному.

На Луне не сформировалась биогеносфера, и профессор Г. В. Петрович предлагает уйти в глубь Луны и создать под ее планетной корой искусственную биогеносферу...

Академик Н. Н. Семенов, задумавшийся над дальнейшей судьбой Марса, предложил технический проект преобразования его природы. Он полагает, что с помощью термоядерных реакторов за сравнительно короткий срок — в течение нескольких десятков лет — на Марсе можно создать атмосферу, пригодную для жизни человека: ее нужно обогатить кислородом. Н. Н. Семенов даже подсчитал, сколько именно кислорода потребуется Марсу (несколько сот триллионов тонн).

Наконец, автором этой книжки предложен проект преобразования Венеры: ее можно «подтянуть» до земного уровня с помощью растений, искусственно занесенных в пределы ее биогеносферы¹.

Не минует космический этап развития и экономическую географию. Повсюду в космосе человеку будет сопутствовать совершенная техника, повсюду он будет организовывать свой быт, сообразуясь с местными условиями, но приближая его к земному. На Марсе, на Венере, на Луне (на Луне это произойдет сравнительно быстро) возникнут, как и на Земле, техносферы. Их сравнительное изучение, их конструирование составит одну из увлекательнейших задач науки будущего... А со временем, когда появятся в околосолнечном пространстве многочисленные искусственные очаги жизни, гигантская техносфера охватит своим подвижным кольцом наше светило, заполнив межпланетные пространства.

Экономическая география постепенно перерастет в экономическую космографию, как бы «сравняется» с астрогеографией.

¹ Космические проекты изложены в моей книге «Физическая география и наука будущего», М., 1963.

Во многих странах, в Советском Союзе в том числе, все основательнее начинают разрабатываться в последние годы проблемы так называемой футурологии — науки о будущем. Круг вопросов, которые интересуют футурологию, необычайно широк. Тут и социальные проблемы, и психологические, и естественно-исторические, и чисто технические — связанные с организацией производства, и т. п. Собственно, о футурологии как о науке в строгом смысле слова пока говорить рановато: слишком различны исходные позиции, скажем, у американских ученых и у советских, слишком пока расплывчаты — будущие во всяческих вариантах! — задачи...

Но как о направлении, как о ходе раздумий о футурологии можно и следует говорить всерьез.

Среди различных проблем есть в футурологии и такая: освоение земли и космоса.

Об этом — в принципиальном плане — в книге уже говорилось. Но теперь, заканчивая книгу о географии, очевидно, следует подчеркнуть, что физической географии и астрогеографии, экономической географии и экономической космографии предстоят в будущем большие дела, что этим наукам, у которых была одна прародительница, развиваться параллельно, идти рука об руку.

Не думаю, что когда-нибудь они сольются, как это было в древности, в географию единую — пути развития наук сложны и не всегда спираль, пусть на высшем уровне, возвращается к прежнему варианту.

Но что и астрогеографии, и экономической космографии взаимодействовать, помогать друг другу и кое в чем дополнять друг друга — это безусловно.

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУПЛЕНИЕ	3
СТРАНИЦЫ ПРОШЛОГО	7
СТАРАЯ ИЛИ МОЛОДАЯ?	—
ГОРЕ ПАГАНЕЛЯ	10
НЕБЛАГОДАРНОЕ ПОТОМСТВО	14
А ВСЕ-ТАКИ ОНА МОЛОДАЯ!	15
СЕСТРЫ	18
ОЧАГ ЖИЗНИ	25
ПОРТРЕТНЫЕ ЧЕРТЫ	26
БИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРОБНОСТИ	27
КОРОТКО О САМОМ ВАЖНОМ	39
ЕСЛИ СОЛНЦЕ СЕЛО В ТУЧУ...	49
МОРЕ ЗОВЕТ!	55
ЭТО ПРОИЗОШЛО ЗДЕСЬ...	64
ЗАКРЫТАЯ КНИГА	84
МИРЫ ИНЫЕ	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100

Игорь Михайлович Забелин

МОЛОДОСТЬ ДРЕВНЕЙ НАУКИ

Редактор *Н. П. Смирнова*

Художник *С. Нодельман*

Художественный редактор *А. В. Сафонов*

Технический редактор *В. В. Новоселова*

Корректор *Э. П. Абельцева*

Сдано в набор 21/X.1966 г. Подписано к печати 29/III 1967 г. Типографская № 2 84×108₃₂. Печ. л. 6,51 (7,0). Уч.-изд. л. 6,32. А. 01266. Тираж 100 тыс. экз. (Тем. план 1967 г. № 374). Зак. 5999.

Издательство «Просвещение» Комитета по печати при Совете Министров РСФСР.
Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Типография издательства «Горьковская правда»,
г. Горький, ул. Фигнер, 32.

Цена 16 коп.

Сканирование - Беспалов
DjVu-кодирование - Беспалов

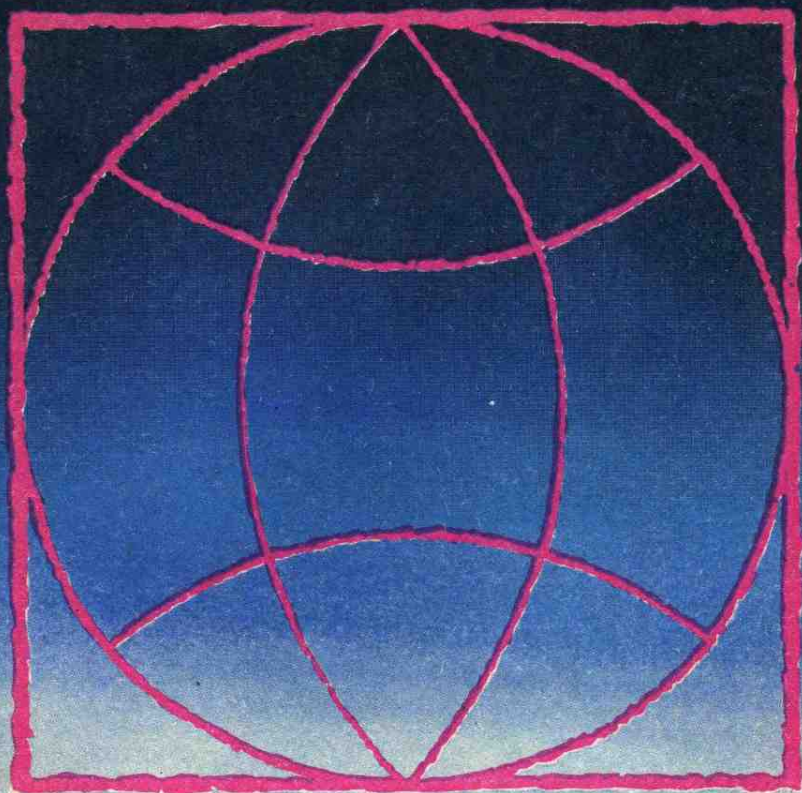


15 коп.



ПРОСВЕЩЕНИЕ • 1967

И.М. ЗАБЕЛИН



**МОЛОДОСТЬ
ДРЕВНЕЙ НАУКИ**